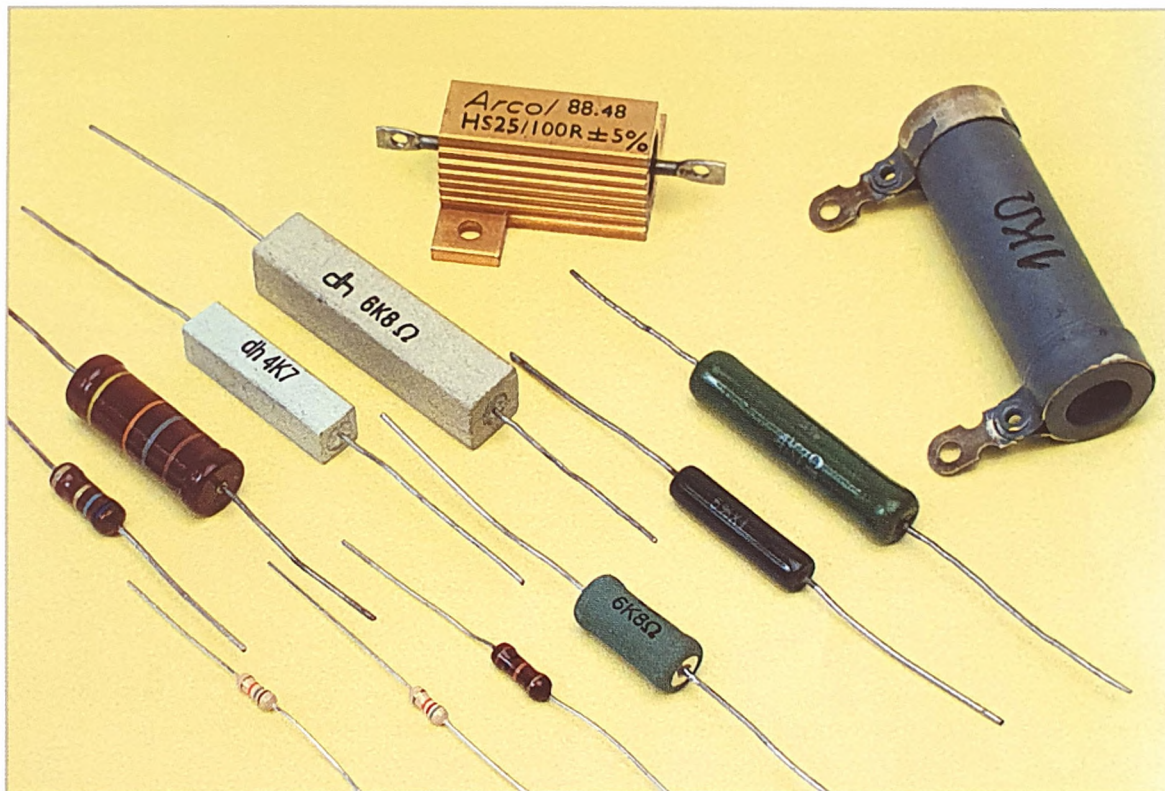
9
COMPONENTI
COMPONENTI

Le resistenze

Sono componenti la cui caratteristica principale è quella di avere tra i due terminali una resistenza con valore fisso.

Le resistenze che si usano comunemente sono costituite da un cilindro di materiale isolante ricoperto da un altro materiale – avente una determinata resistività e di spessore sottile, calibrato per garantire alla resistenza un valore più preciso possibile. Alle due estremità ha un contatto metallico a boccola inserito a pressione al quale vanno uniti i terminali; tutto l'insieme risultante è di nuovo ricoperto da materiale isolante.

Dopo la verifica del valore della resistenza, su di essa vengono marcate le bande colorate corrispondenti al valore rilevato.

Le bande colorate indicano il valore della resistenza.

Le resistenze di maggior potenza, solitamente sono avvolte, e come materiale resistivo hanno un filo resistivo arrotolato a spirale sul cilindro isolante e ricoperto a sua volta da altro materiale isolante. Nelle resistenze più voluminose, il valore della resistenza può addirittura essere scritto normalmente direttamente sulla resistenza in cifre.

Serie

Delle norme internazionali definiscono i valori delle resistenze normalizzate da fabbricare secondo la tolleranza; così, la serie E96 si usa per resistenze dell'1%, la E24 (che è la più utilizzata) si impiega per resistenze del 2% e del 5%, la E12 per il 10%. I valori della serie E12, che sono quelli d'uso più corrente, si ripetono nella serie E24. Nelle suddette serie vengono definite due cifre a cui va applicato un moltiplicatore così da ottenere i valori normalizzati delle resistenze e che sono quelli ottenibili nei negozi di componenti.

Valori normalizzati

Quando si effettuano dei calcoli per ottenere il valore di una resistenza, si dovrà calcolare un valore che deve essere (sempre che lo consentano le caratteristiche del circuito) il più possibile vicino a quello della resistenza che dovremo acqui-

Le resistenze

Colore	1ª banda	2ª banda	moltiplicatore	tolleranza
	0	0	x1	
	1	1	x10	2%
	2	2	x100	
	3	3	x1.000	
	4	4	x10.000	
	5	5	x100.000	
	6	6	x1.000.000	
	7	7	—	
	8	8	—	
	9	9	—	
	—	—	x0,1	5%
	—	—	—	10%

stare; se invece si ha bisogno di un valore preciso, si dovrà utilizzare una resistenza variabile. Se nella tavola dei valori normalizzati scegliamo il valore 47 e usiamo il moltiplicatore, possiamo ottenere per esempio 4,7 Ω, 47 Ω, 470 Ω, 4K7 Ω, 47 KΩ, 470 KΩ e 4,7 MΩ.

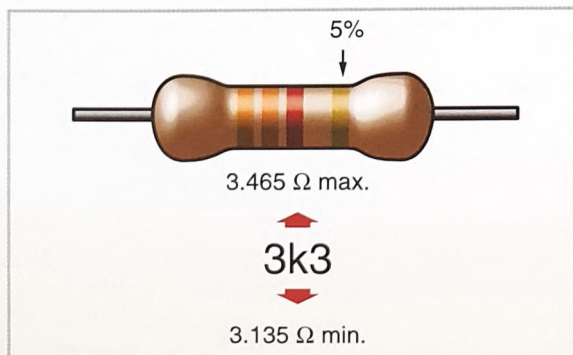
La lettera K moltiplica per mille, mentre la lettera M per un milione: 4K7 significa, quindi, 4.700 Ω e 470 K significa 470.000 Ω. In questo modo si ha un'annotazione molto più corta e che semplifica gli schemi.

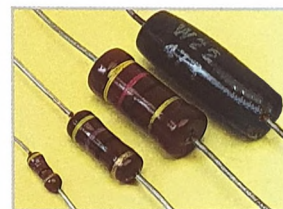
Bande colorate

Osserviamo le bande colorate di una resistenza: nelle prime due bande che vediamo, il colore corrisponde a una cifra; la terza, invece, è il fattore di moltiplicazione che ci indica il numero di zeri che dobbiamo aggiungere ai valori ottenuti dalle due bande precedenti. L'ultima banda indica la tolleranza: la percentuale di variazione che la resistenza può avere rispetto al suo valore nominale.

L'identificazione delle resistenze mediante il loro codice di colori può sembrare molto complicata, ma dopo aver fatto un po' di pratica si può verificare che è molto semplice e ogni volta più veloce; vediamo i seguenti esempi: in una resistenza da 1M 5%, abbiamo i colori marrone, nero, verde e oro, che danno un 1 seguito da sei 0, cioè un milione di Ohm.

In una resistenza da 47 K 5%, abbiamo i colori giallo, violetto, arancione e oro (per il 5%). Una resistenza da 560 Ω 5% è identificabile grazie ai colori verde, blu, marrone e oro.

Bisogna tener conto della tolleranza delle resistenze: se è del 5%, per esempio, il costruttore garantisce che il valore della resistenza può variare del 5% rispetto al valore nominale. Per una resistenza da 3K3 5%, il costruttore garantisce che questa resistenza possiede un valore compreso tra 3.135 Ω e 3.465 Ω. Questa differenza di valori può sembrare molto alta, ma in realtà è sufficiente in quasi tutte le applicazioni.

I costruttori garantiscono che il valore della resistenza si manterrà all'interno dei margini di tolleranza.

VALORI NORMALIZZATI	
Serie E24	Serie 12
5%	10%
10	
11	10
12	
13	12
15	
16	15
18	
20	18
22	
24	22
27	
30	27
33	
36	33
39	
43	39
47	
51	47
56	
62	56
68	
75	68
82	
91	82

Resistenze di potenza diversa e di valore uguale (47W).

Il diodo elettroluminescente (LED)

Il diodo LED è alla base di tutti gli indicatori luminosi.

I diodi LED sono composti da un semiconduttore, generalmente arseniuro di Gallio (AsGa). La luce è emessa quando il diodo viene eccitato da un passaggio di corrente emettendo un certo numero di fotoni che è proporzionale all'intensità applicata (normalmente tra 1 e 10 mA).

Indicatore visivo di basso costo e basso consumo.

Per quanto concerne la tensione, in un circuito il comportamento dei LED è simile a quello di un qualunque diodo a giunzione; tuttavia, la caduta di tensione, in polarizzazione diretta – applicando all'anodo il positivo e collegando in serie una resistenza limitatrice di corrente (anodo positivo e catodo negativo) – è compresa tra gli 1,2 V e i 2 V e dipende dal colore del diodo, la più bassa è per il rosso. La tensione sopportata dai diodi LED in senso inverso, invece, è piccola, tra i 5 V e i 25 V, a causa della maggior concentrazione di impurità ed è necessaria a una efficace produzione di radiazioni luminose.

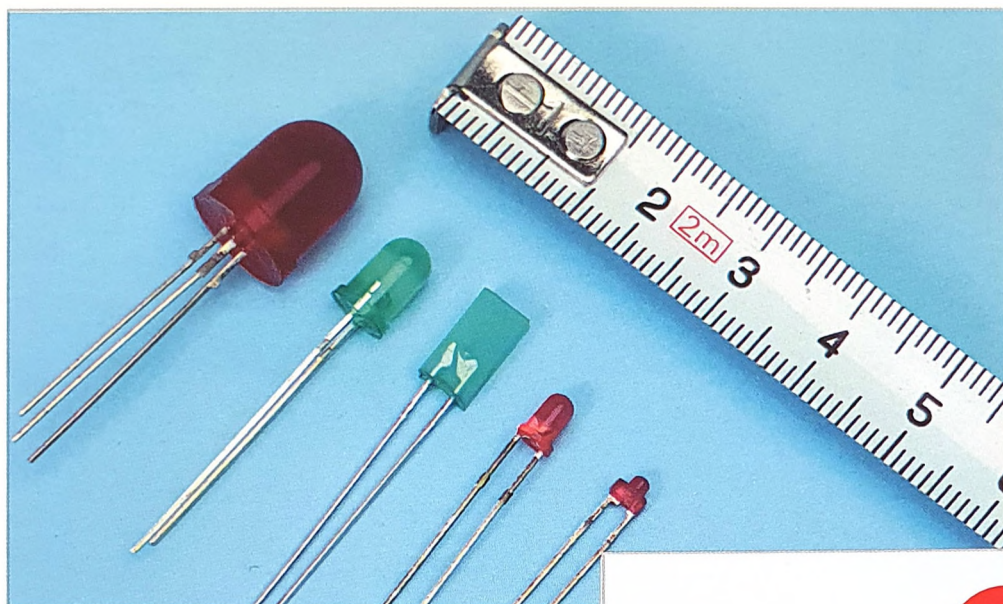
Solitamente si presentano sotto forma di un solo diodo a due terminali, e ai giorni nostri sono usati per rimpiazzare la maggior parte delle lampade segnaletiche grazie al minor costo e alla maggiore durata: non hanno infatti alcun filamento che si possa fondere e inoltre resistono benissimo alle vibrazioni.

LED a infrarossi

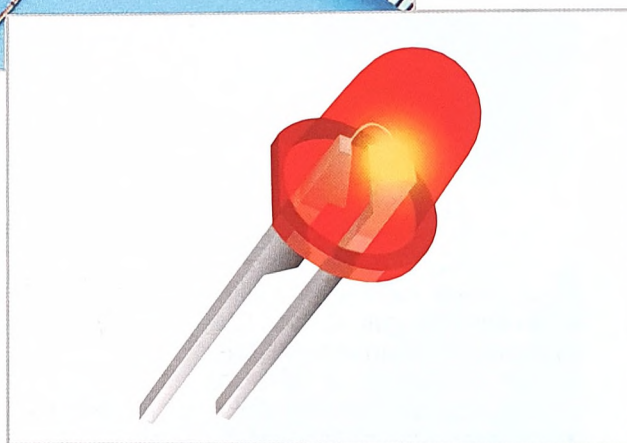
I diodi emettitori di luce infrarossa meritano una menzione speciale; sono praticamente uguali ai diodi LED, sia dal punto di vista dell'aspetto che da quello del funzionamento: la differenza consiste nel fatto che la luce emessa è nella zona degli infrarossi e quindi non è una luce visibile. Questi diodi sono quelli comunemente utilizzati nei telecomandi degli apparecchi audio e TV.

Anodo e catodo

A prima vista, abbiamo due modi per riconoscere ciascuno dei terminali di un diodo LED: il primo è cercare il terminale più lungo: il terminale corrispondente all'anodo, infatti, è più lungo di quello corrispondente al catodo. Con il secondo possiamo identificare il catodo, ricercando la parte piatta a cui quest'ultimo è vicino.

Il diodo elettroluminescente (LED)

I diodi LED di uso più comune hanno un contenitore di 3 o di 5 mm di diametro; nella fotografia vediamo l'incapsulato più comune.

Prova pratica

Non dobbiamo dimenticarci mai che i diodi LED sono diodi e che possiedono anodo e catodo, che per la loro installazione necessitano di una resistenza in serie per limitare la corrente e che non vanno mai provati alimentandoli con una pila o con un alimentatore. Bisogna interporre sempre una resistenza: possiamo provare intercalando a uno dei loro due terminali una resistenza da 3K3 Ω, sempre che la tensione continua applicata sia minore di 20 V.

Nei diodi LED con capsula trasparente si possono facilmente distinguere anodo e catodo.

Esistono un gran numero di forme sia singole che in configurazione multipla. Attualmente, i diodi esistono in un'infinità di formati – cilindrici, quadrati, rettangolari, rotondi – in varie dimensioni e soprattutto colori – verdi, gialli, rossi e arancioni –. I visualizzatori a LED, o schermi a LED, sono formati da una combinazione di punti o segmenti che si illuminano (marcatori di pallacanestro) con un diodo LED e vengono frequentemente chiamati con la loro denominazione inglese: display. A seconda se si illuminano alcuni diodi LED piuttosto che altri, avremo una cifra piuttosto che una lettera.

Il catodo corrisponde alla parte piatta della capsula.

Pile a secco e batterie

Sono dispositivi capaci di fornire l'energia elettrica immagazzinata producendo una reazione chimica all'interno.

Molti degli apparecchi elettronici o elettrici che conosciamo necessitano di una fonte di energia, ma diversa dalla rete elettrica, perché devono essere utilizzati come apparecchi autonomi o perché non è comodo l'utilizzo della rete. Gli elementi che generano questa energia sono le pile o batterie. Esistono vari modelli e tipi che variano in funzione della loro costituzione chimica interna. Attualmente si sta cercando di eliminare il consumo di alcune di queste sostanze molto inquinanti come il cadmio o il mercurio nelle pile usa e getta.

Costituzione interna

Una pila ha tre parti fondamentali: un anodo (A) o polo positivo; un catodo (K) o polo negativo e, da ultimo, la sostanza in cui entrambi i poli si trovano immersi che si chiama elettrolita. La pila classica ha una composizione molto elementare. La composizione di ognuno dei poli è: per l'anodo il rame (Cu) e per il catodo lo zinco (Zn), per l'elettrolita acido solforico più acqua. Le pile o batterie sono caratterizzate da una serie di parametri, che si studieranno in seguito.

La pila fornisce energia quando si collega a una carica

Tensione nominale

È la tensione che esiste tra i terminali. I valori più comuni sono: 1,2 - 1,5 - 3 - 4,5 - 6 e 9 Volt. Gli elementi sono di solito di 1,5 V per pile saline di uso corrente, di 1,2 V per pile al nichel-cadmio e di 2 V per pile al piombo. Il nome di batteria viene dall'uso di collegare una "batteria" di elementi in serie per ottenere una tensione determinata. Questa tecnica viene utilizzata per tensioni superiori a 1,5 V, benché a volte sono visibili soltanto i contatti degli estremi.

Tensione limite

È la minima tensione necessaria perché funzioni l'apparecchio che viene alimentato, per il quale questo valore dipende in gran misura da fattori esterni. Alcuni fabbricanti definiscono questa tensione come quella per cui la pila viene considerata scarica.

Capacità

È il parametro più importante, poiché ci indica la quantità di energia che fornisce la pila. Si calcola moltiplicando la cor-

Pile a secco e batterie

rente per il tempo di scarica, per cui si misura in milliAmpere per ora o Ampere per ora.

Tempo di immagazzinamento

È il tempo che può durare la pila senza che perda la sua carica.

Pile usa e getta

Si caratterizzano per non essere ricaricabili. Fra queste abbiamo soprattutto le pile zinco-carbone, le alcaline e quelle al litio. Le prime sono le più usate, grazie al loro basso costo. Questo tipo di pila è una varietà di quella che abbiamo citato precedentemente. Per la sua costruzione si usa come elettrodo una barra di carbone circondata da un materiale assorbente, impregnato con un elettrolita formato da biossido di magnesio, ammoniaca, ossido di zinco e acqua. Il rivestimento esterno della capsula è di zinco, restando all'esterno soltanto il polo positivo e il polo negativo collegati attraverso il carbone. Anche le pile alcaline sono altrettanto eliminabili, ma hanno una capacità di carica superiore alle precedenti, ciò fa sì che l'autonomia degli apparecchi che alimentano sia maggiore, possono sostituire le precedenti. Hanno questo nome perché l'elettrolita che utilizzano è composto da materiale alcalino.

Le pile al litio sono normalmente eliminabili, hanno maggior capacità di carica delle precedenti, inoltre si possono conservare più a lungo. Le pile al litio sono tecnologicamente più avanzate e danno maggiori prestazioni, essendo il loro rendimento, anche in condizioni avverse di temperatura, molto elevato.

Pila alcalina.

Batteria ricaricabile.

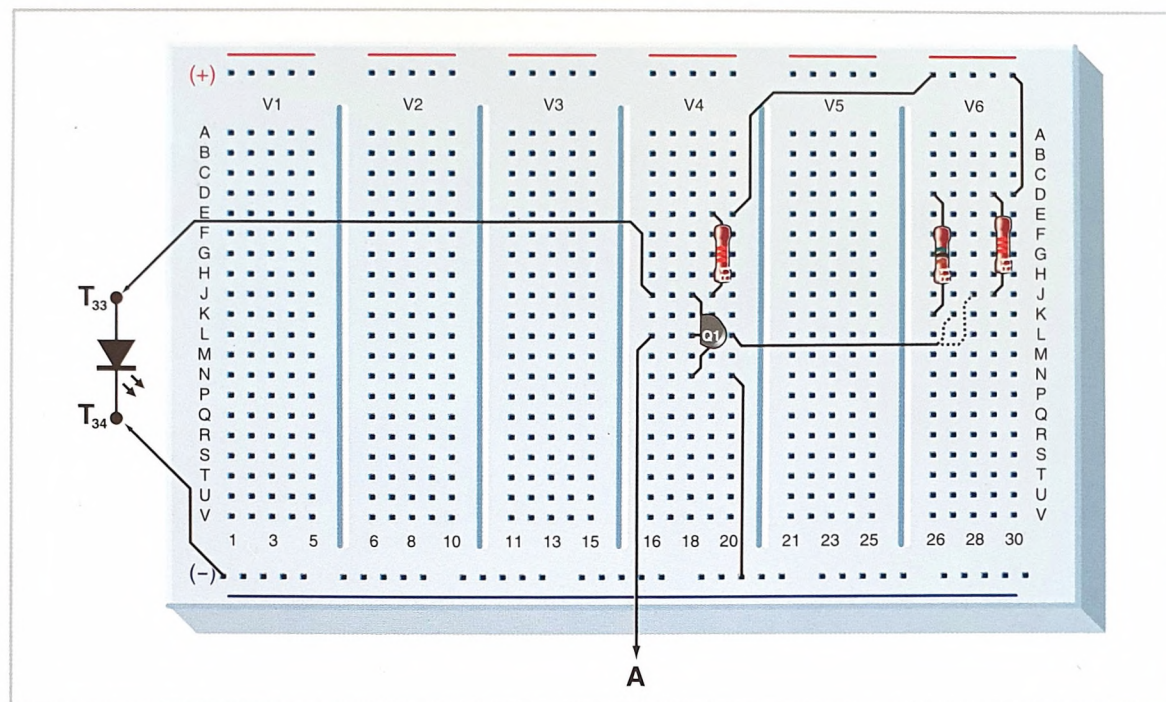
Pile ricaricabili

Queste pile hanno la caratteristica di poter essere ricaricate applicando una tensione ai loro estremi superiore a quella che hanno al momento affinché circoli corrente verso la pila o batteria. Le pile ricaricabili nichel-cadmio sono le più utilizzate per apparecchi portatili.

La ricarica

La ricarica deve essere realizzata seguendo strettamente le indicazioni del fabbricante, nel caso in cui non si disponga di informazioni, la ricarica si realizzerà a corrente costante introducendo una corrente uguale alla decima parte della corrente nominale della pila. Il metodo di ricarica più semplice consiste nel collegare la pila, intercalando una resistenza che limiti la corrente, a una tensione superiore, in modo che circoli una corrente, che sarà ogni volta minore via via che la batteria si carica. Nelle batterie nichel-cadmio si raccomanda l'uso di caricatori di corrente costante temporizzati. La ricarica si deve realizzare con la batteria totalmente scarica, non è raccomandabile rimettere in carica batterie appena scaricate.

Il transistor in commutazione

Il transistor passa dalla non conduzione, "interdizione", alla conduzione massima, "saturazione"

Il transistor consta di tre zone di lavoro, e poiché dipende dalla funzione per la quale è stato progettato lo faremo lavorare in un modo o nell'altro. Quando il circuito si utilizza nei circuiti audio deve lavorare in zona attiva, poiché in questa si amplifica il segnale d'entrata con una certa garanzia, normalmente il segnale d'uscita mantiene la forma del segnale d'entrata. Abbiamo poi altre due zone di lavoro che si chiamano interdizione e saturazione, nelle quali il transistor funziona come un interruttore e che sono di grande utilità, soprattutto nell'elettronica digitale.

Interdizione

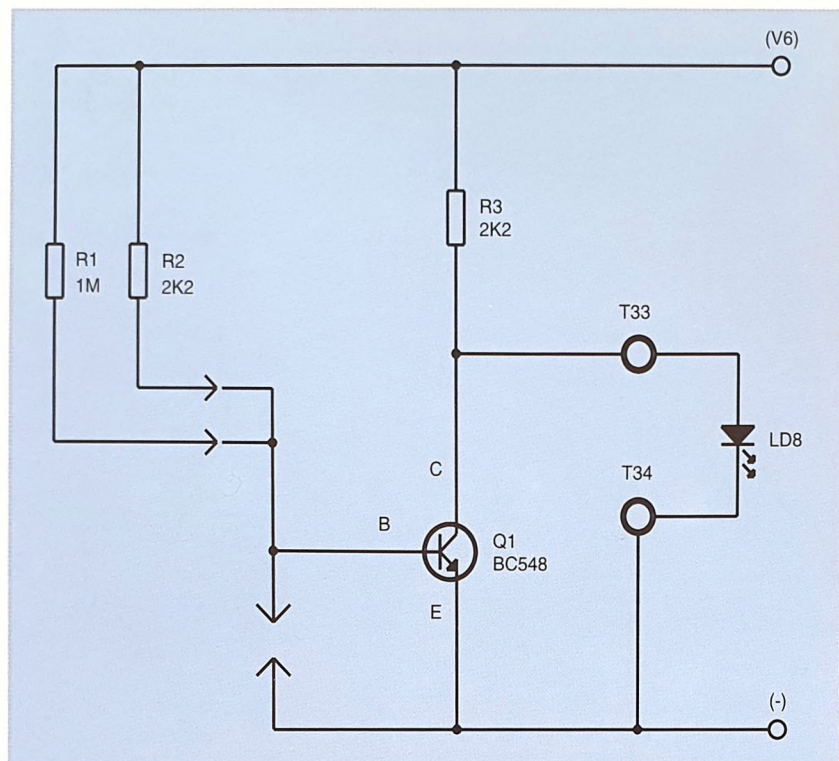
Teoricamente un transistor è in stato di interdizione quando le sue due unioni sono polarizzate all'inverso, e da un punto di vista più pratico, questo stato è caratterizzato dal fatto che la tensione di base è meno di 0,6 V di quella dell'emettitore perciò non circola corrente attraverso il collettore. Se misuriamo la tensione nel collettore sarà praticamente quella di alimentazione.

Possiamo verificare questo nel nostro circuito soltanto mettendo la base del transistor a massa (-) mediante un filo, in questo modo, non avendo polarizzato il transistor non circolerà corrente attraverso il collettore e poiché l'impedenza tra collettore/emettitore è molto elevata, avremo tutta la tensione fra loro e il diodo LED si illuminerà perfettamente. Lo stesso effetto si avrebbe se collegassimo soltanto la resistenza R3 e il diodo LED direttamente all'alimentazione, poiché il transistor, avendo un'impedenza tanto alta, è come se non fosse collegato. Lo stesso accadrebbe se lasciassimo la base libera e non polarizzassimo il transistor.

Saturazione

Quando siamo in zona attiva il transistor amplifica ogni variazione del segnale di entrata, producendo una variazione maggiore nell'uscita (effetto di amplificazione). Però il transistor ammette un limite di segnale d'entrata che, una volta superato, fa sì che il segnale di uscita non vari, poiché è al massimo. Quando lavoriamo in questa zona, dobbiamo avere la massima at-

Il transistor in commutazione è come un interruttore

Il transistor in commutazione

COMPONENTI	
Circuito A	
R1	1M
R2,R3	2K2
Q1	BC548
LD8	

Realizziamo ora una verifica pratica della differenza fra gli stati di lavoro del transistor. Lavoreremo prima nella zona attiva, collocando nella base del transistor la resistenza R1, di 1M. In questa zona il transistor è polarizzato, e quindi circola corrente attraverso il suo collettore, in modo che fra collettore/emettitore esista una tensione che farà sì che il diodo LED si illumini un poco. Se adesso cambiamo la resistenza di base, dando a R2 un valore 2K2, avremo il transistor in saturazione, poiché circolerà una corrente molto elevata attraverso il suo collettore, quindi la tensione di collettore/emettitore sarà molto bassa, tra 0,2 e 0,6 V, in modo che il diodo LED non si illuminerà, poiché tutta la corrente circolerà nel transistor.

Alcuni consigli

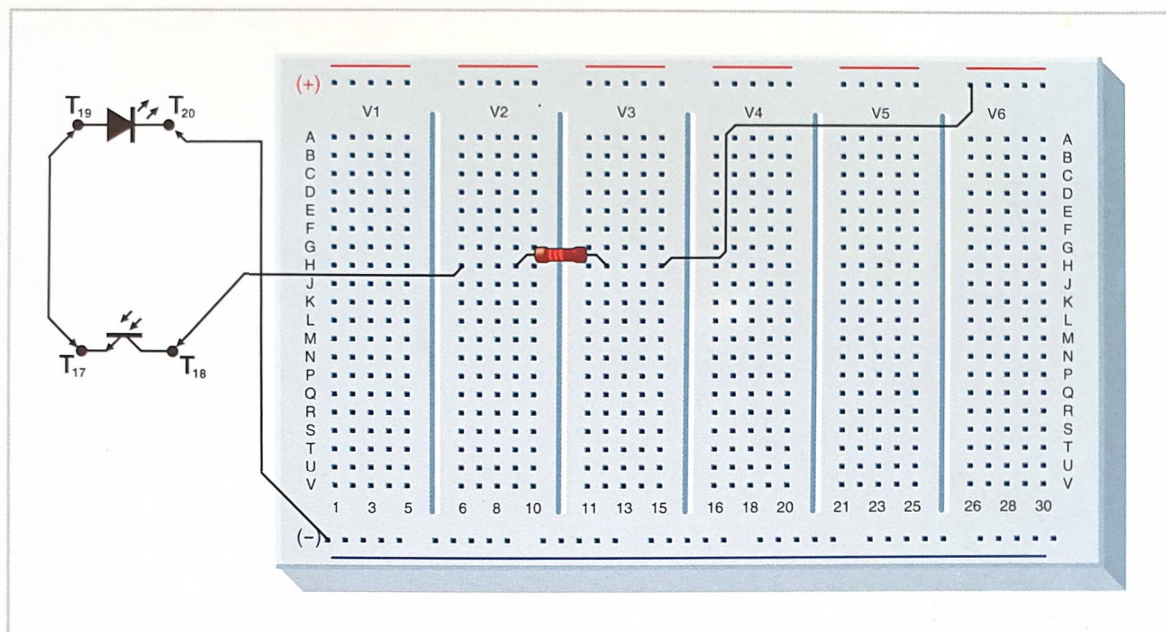
È molto importante tener conto di alcune considerazioni quando lavoriamo con transistor. Da un lato dobbiamo conoscere la tensione collettore/emettitore massima che sopportano, in modo che mai, in nessun caso, la tensione di alimentazione superi questa.

Dobbiamo anche fare molta attenzione alla corrente massima che il collettore sopporta e che non si deve superare, per questo dobbiamo calcolare bene la resistenza del collettore.

tenzione, poiché se non è ben calcolata la resistenza di carica, R3, possiamo distruggere il transistor superando la potenza massima che sopporta.

Montaggio realizzato per l'esperimento di verifica degli stati del transistor

Verifica di un fototransistor

Si verifica rapidamente e semplicemente il funzionamento di un fototransistor.

Prima di utilizzare un fototransistor conviene realizzare il montaggio corrispondente a questo circuito: infatti, oltre a verificare che l'installazione del fototransistor sia corretta, possiamo verificarne anche l'influenza della luce. Per la piastra dei prototipi abbiamo bisogno soltanto di alcuni cavi e di una resistenza. Se il fototransistor rimane al buio, non condurrà e, quindi, non vi circolerà corrente: dato che è posto in serie con il LED, non si illuminerà. L'effetto della luce che illumina il transistor è simile a quanto si verifica quando si applica una corrente di base, il transistor condurrà, lasciando passare la corrente dal suo collettore al suo emettitore per fare in modo che il LED si illumini. Quando il livello di luce risulta sufficiente a far circolare più di 1 mA, il LED inizierà a illuminarsi.

Il fototransistor conduce grazie alla luce

Il circuito

Osservando lo schema vedremo che possiede solamente tre componenti. Da una parte il fototransistor e un LED, montati sul pannello frontale e dall'altra una resistenza. La resistenza, posta in serie con il circuito, limita la corrente che vi circola; se il livello d'illuminazione sarà molto alto circolerà naturalmente una corrente molto elevata che potrebbe distruggere sia il diodo LED che il fototransistor. Con la resistenza da 2K2 la corrente viene limitata a 4 mA; potremmo utilizzare altri valori, ma non si deve scendere sotto i 560 Ω per limitare la corrente a 16 mA per non distruggere il LED.

Il montaggio

Questo circuito è molto esigente per quanto riguarda l'ordine dei componenti: sia il diodo LED che il fototransistor esigono il rispetto di un determinato ordine di connessione dei loro terminali e se la loro installazione è stata attentamente eseguita, il rischio di errori è minimo. Se le connessioni di uno dei due, o di entrambi, sono state fortuitamente invertite, il circuito non funzionerà.

L'esperimento

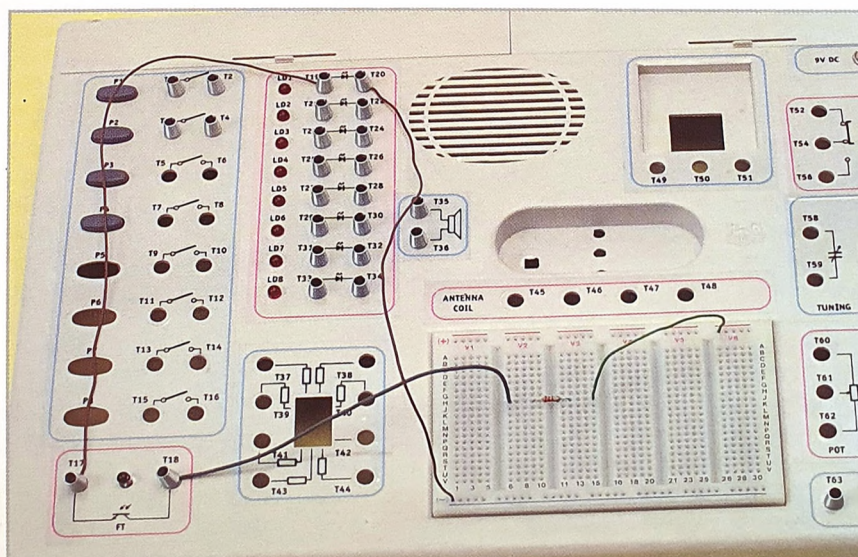
Il circuito deve funzionare subito, ma è assolutamente necessario che i componenti siano stati collegati correttamente. Quando la luce cade sul fototransistor, il diodo LED si illumina, ma quando lo si copre con un oggetto opaco, evitando che la stessa lo raggiunga, il fototransistor non condurrà e il diodo LED di conseguenza non si il-

Verifica di un fototransistor

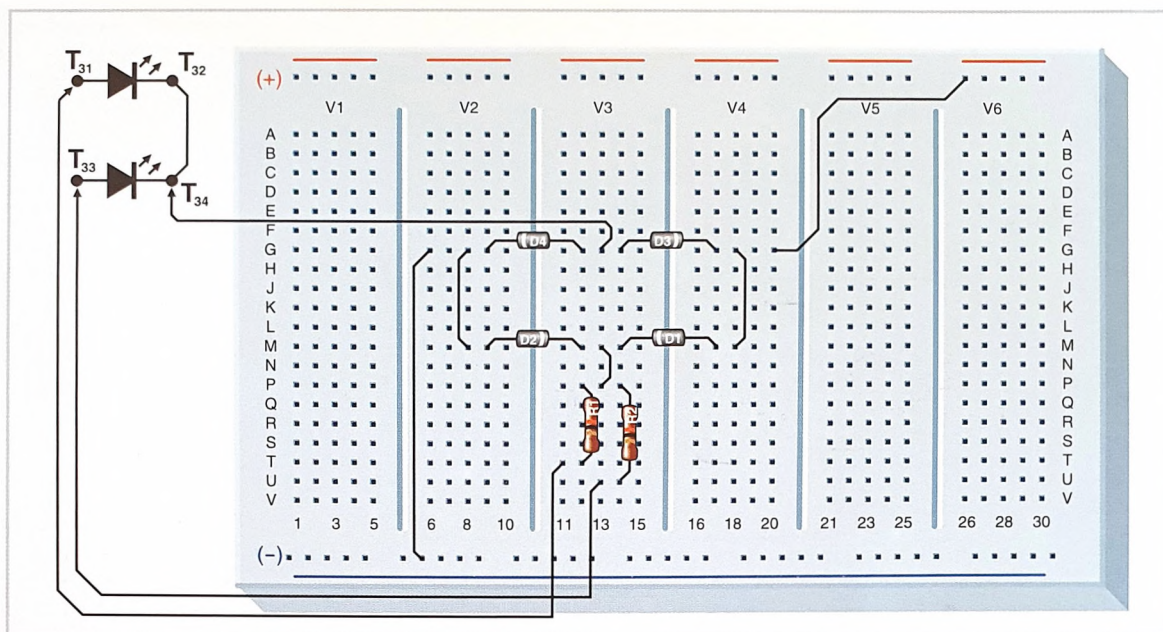
COMPONENTI	
R1	2K2
FT1	
LD1	

luminerà. La luce può essere sia naturale che artificiale, anche infrarossa, dato che questo tipo di fototransistor funziona anche con questo tipo di luce. Se non dovesse funzionare ripasseremo sia le connessioni che l'alimentazione. Se il circuito continua a non funzionare, uniremo con un cavo i terminali segnati come T19 e T20. Con questa operazione elimineremo il fototransistor e, quindi, simulando la conduzione del fototransistor il diodo dovrebbe illuminarsi; se non dovesse farlo, potrebbe essere che le pile siano scariche, che siano state invertite oppure che ci sia stato un errore di connessione. Per poter continuare con l'esperimento, naturalmente, dobbiamo individuarlo e ripararlo. Una volta riparato, dobbiamo togliere il cavo che abbiamo utilizzato per unire T19 e T20. Proviamo a illuminarlo e, questa volta, deve poter funzionare correttamente; se ciò non dovesse succedere, dobbiamo ripassare nuovamente tutte le connessioni; è possibile che il fototransistor abbia le connessioni invertite.

Eccesso di luce

Il circuito ha bisogno di un minimo di luce, abbastanza, però, perché il fototransistor conduca; se il livello è eccessivo, è probabile che il circuito funzioni comunque bene, perché il fototransistor è protetto da una resistenza limitatrice di corrente. L'unico problema potremmo averlo noi, agli occhi, per distinguere se il diodo LED è acceso o spento.

Circuito base per la verifica di un fototransistor.

Ponte rettificatore

Ponte rettificatore a onda intera a quattro diodi.

Il circuito mostra il funzionamento di un ponte rettificatore a quattro diodi. L'esperimento utilizza quattro diodi indipendenti, però il ponte rettificatore a quattro diodi è un componente a quattro terminali con diodi collegati separatamente.

Il circuito

Il circuito è semplicissimo: ha pochi componenti e risulta facilissimo seguirlo. Come regola mnemotecnica, ricordiamoci che la corrente circola attraverso i diodi nel senso indicato dalla freccia che ha la stessa forma del suo simbolo negli schemi. In questo circuito i due diodi si illuminano sempre, e se colleghiamo l'alimentazione in un senso, oppure in quello contrario, ci saranno sempre due diodi che condurranno, e quindi in qualunque maniera la corrente arrivi, i LED avranno sempre la medesima polarità.

Esperimento 1

Una volta montati i componenti del circuito sulla piastra dei prototipi, si collega il positivo dell'alimentazione, V6, al punto di unione dei diodi D1 e D3 e il negativo (-) al punto di unione di D2 e D4. Se supponiamo che la corrente entri dal positivo e possa giungere al negativo, entra nel circuito per mezzo del diodo D1 e passa alle resistenze R1 e R2 e da queste rispettivamente ai LED LD7 e LD8, mentre mediante il diodo LD4 giunge al negativo. I LED si illuminano perché attraverso di essi circola la corrente.

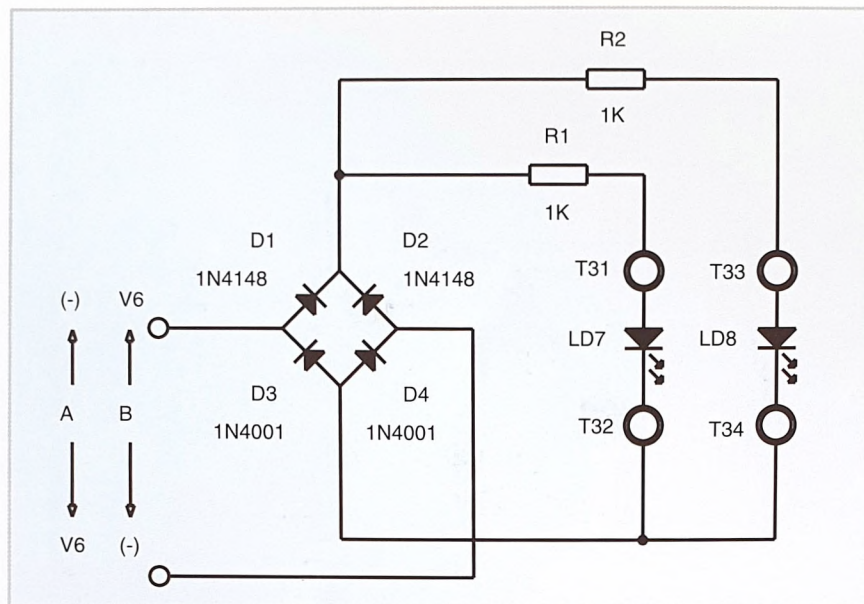
Esperimento 2

Ora invertiremo le connessioni dell'alimentazione, collegando, in questo caso, V6 al punto di unione di D2 e D4 e il negativo (-) al punto di connessione di D1 con D3. Se iniziamo dall'entrata del positivo, la tensione arriva, come abbiamo già avuto modo di dire, al punto di unione di D2 e D4, può passare, attraverso D2, a R1 e R2 e ritornare ad entrare in senso diretto tramite gli anodi dei LED, uscire dal catodo, arrivare nuovamente ai diodi e passare unicamente attraverso D3 per arrivare al negativo. Come il circuito si chiude, i diodi LED continuano ad illuminarsi.

La polarità dell'uscita è sempre la medesima

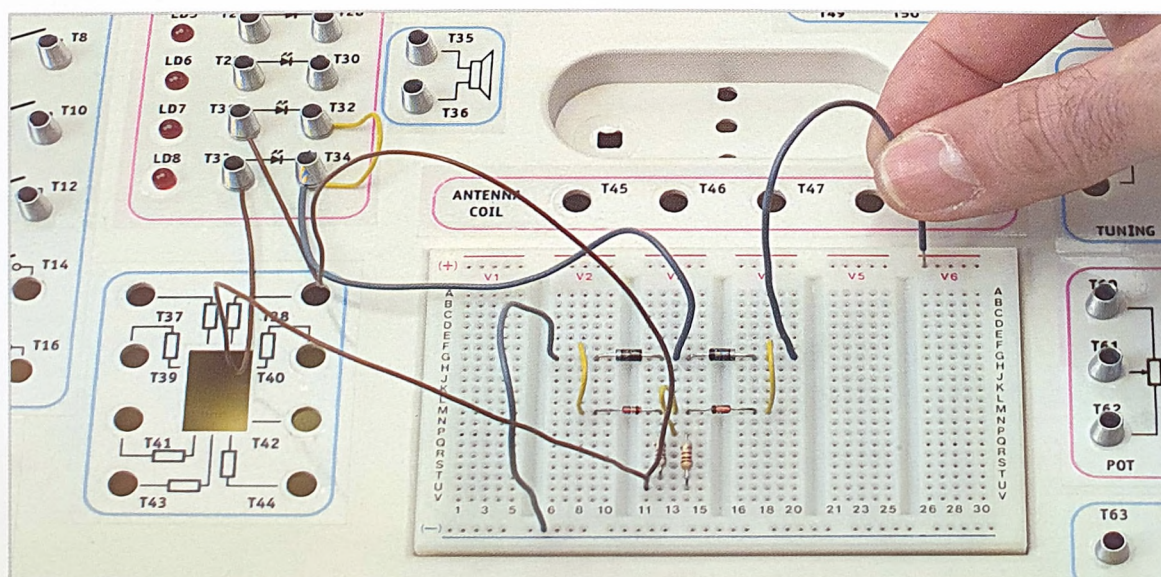
Esperimento 3

Se invertiamo la connessione di ambedue i LED, osserveremo che, invertite o meno le connessioni dell'entra-

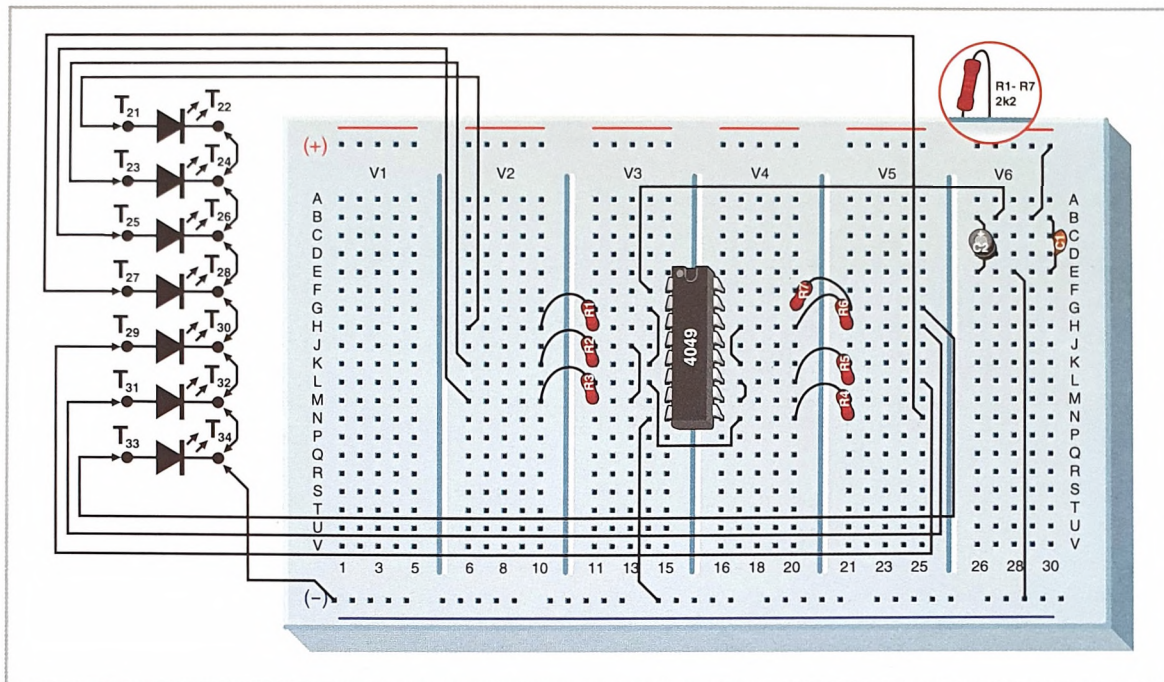
Ponte rettificatore

COMPONENTI	
R1, R2	1K
D1, D2	1N4148
D3, D4	1N4001 o 1N4004
LD7, LD8	

ta, entrambi i LED continueranno a rimanere spenti.

Esperimento 4

Se disponiamo di un alimentatore, ma con tensione inferiore ai 2 Volt, vedremo che se lo colleghiamo a una o all'altra polarità, i LED si illumineranno sempre. Nel caso in cui disponessimo di un trasformatore con uscita minore di 12 Volt, lo potremmo collegare all'entrata del circuito e i LED si illumineranno se saranno stati collegati correttamente. Il ponte dei diodi rettifica la corrente e viene molto frequentemente utilizzato collegato all'uscita dei trasformatori d'alimentazione per "rettificare" la corrente e ottenere che la corrente circoli in un solo senso.

Un ponte rettificatore si costruisce con quattro diodi. La tensione e la corrente dell'uscita seguono un unico senso.

Il 4049, sei porte invertenti

Il circuito integrato 4049 ha al proprio interno sei porte invertenti buffer.

Prima di iniziare a utilizzare un circuito digitale in un esperimento, è consigliabile verificarne il suo corretto funzionamento, così da non avere sorprese sgradevoli, soprattutto quando si tratta di porte logiche. Le porte di questo circuito integrato sono facili da verificare perché invertono il segnale applicato alla loro entrata; possono, inoltre, fornire una corrente di uscita abbastanza elevata, del tipo buffer.

Preparazione

La prima cosa di cui abbiamo bisogno è conoscere, prima di cominciare il montaggio del circuito, la distribuzione dei terminali del circuito integrato, per sapere quali corrispondano alle entrate e alle uscite di ogni porta e quali, invece, all'alimentazione. Non dobbiamo collegare assolutamente niente alla cieca, senza disporre dello schema, perché, oltre a perdere tempo, correremmo il rischio di distruggere la porta e di rendere inservibile l'integrato; potremmo anche arrivare a danneggiare qualche altro componente del circuito oppure l'alimentazione.

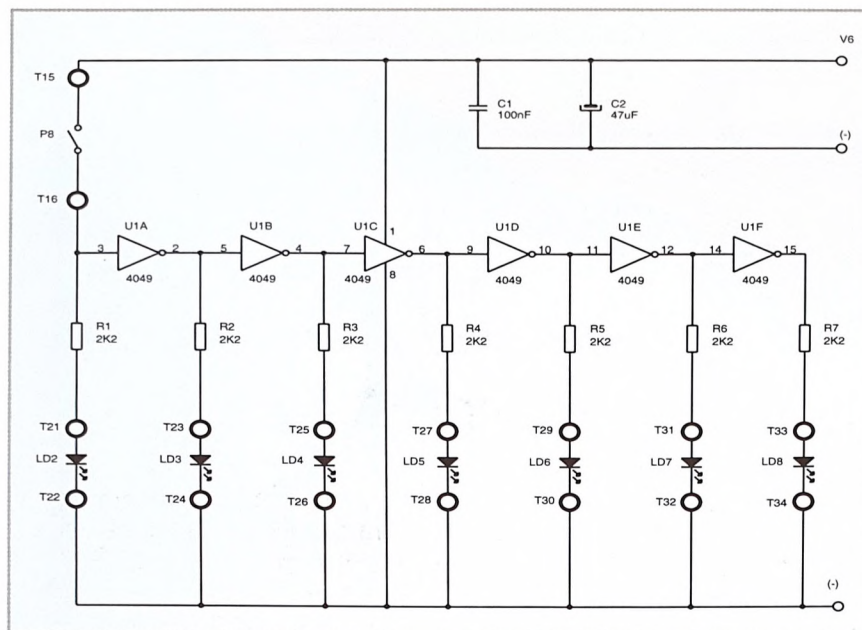
Il 4049

Questo tipo di integrato è molto utilizzato. Si tratta di un circuito integrato formato da sei porte invertenti e ha, inoltre, la particolarità di essere buffer. Questo vuol dire che eroga una corrente considerevolmente maggiore rispetto a quella che potrebbe erogare una normale porta: può arrivare anche a più di 20 mA. Questa particolarità gli consente di pilotare altri circuiti senza dover ricorrere agli amplificatori di corrente d'uscita, come per esempio, i transistor per amplificare la corrente in uscita, utilizzatissimi in alcuni esperimenti precedenti, quando non utilizzavamo porte buffer. La sua gamma di valori di alimentazione va dai 3 fino ai 15 V ed è maggiore anche rispetto ai convenzionali CMOS.

L'esperimento

Il circuito corrispondente a questo esperimento permette di provare simultaneamente tutte le porte del circuito integrato 4049. Se osserviamo lo schema, possiamo verificare che l'uscita di una porta si collega all'entrata della successiva e in ciascuno di questi punti di connessione un diodo LED si collega alla sua corrispondente resistenza limitatrice della corrente. Così, con l'azionamento del pulsante P8 e portando al livello alto la prima porta, si verificheranno si-

Si verificano tutte le porte

Il 4049, sei porte invertenti

COMPONENTI	
R1 a R7	2K2
C1	100 nF
C2	47 µF
U1	4049
LD2 a LD8	
P8	

multaneamente tutte le porte dell'integrato; invertendo i livelli, i LED che erano spenti si accenderanno e viceversa.

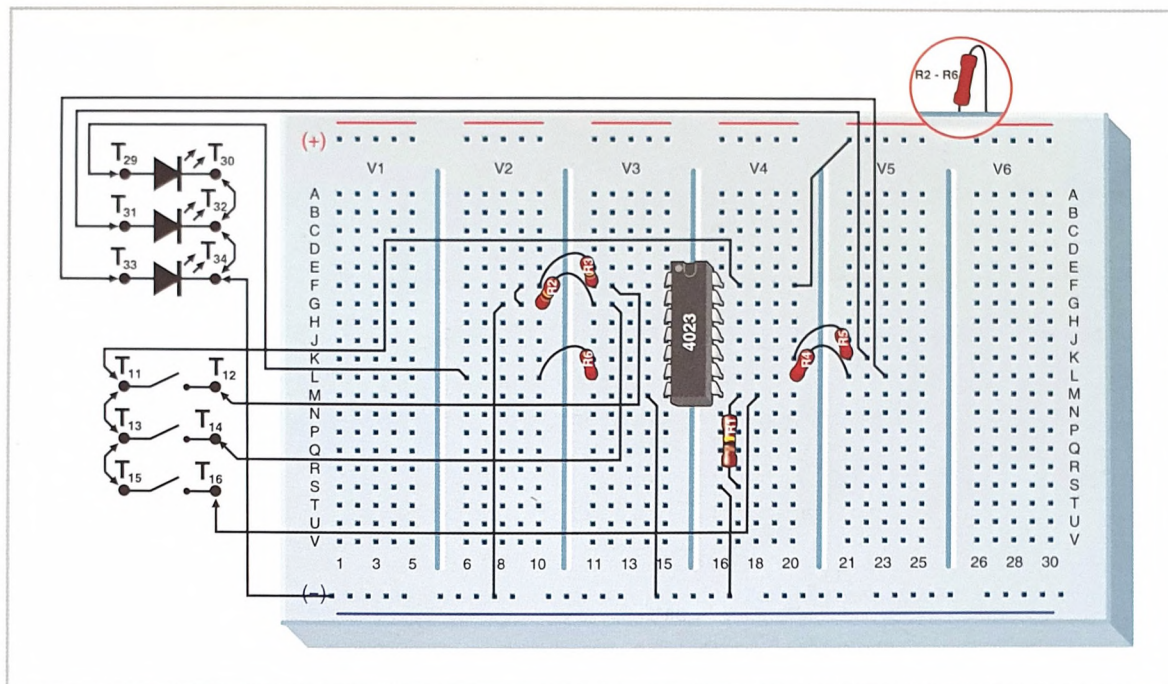
In questo integrato, il positivo dell'alimentazione corrisponde al terminale 1 e il negativo all'8, il che è abbastanza diverso rispetto ai rimanenti integrati della famiglia, per cui dovremo tenere sempre davanti agli occhi lo schema interno o uno schema in cui sia indicata la corrispondenza di ciascun terminale prima di effettuare una qualsiasi connessione.

Porta invertente e ritardante

In questa versione dell'integrato, l'uscita è invertita: quindi, se non si vuole invertire il segnale, si devono aggiungere due, quattro o sei porte. In circuiti che non lavorano a frequenze elevate non sussiste alcun problema, ma nei circuiti che lavorano a frequenze altissime, possiamo aggiungere molte porte di seguito per ottenere dei ritardi che ne facilitino il progetto.

Azionando il pulsante si invertono le uscite di tutte le porte.

Il 4023, tre porte NAND a tre entrate

Il circuito integrato 4023 ha al proprio interno tre porte NAND a tre entrate.

Questo circuito integrato è molto utile, perché, permettendoci di disporre delle porte NAND a tre entrate, riduce il numero dei circuiti integrati. Per formare una porta NAND a tre entrate, abbiamo bisogno di tre porte NAND a due entrate (vedi 'DIGITALE 6'). Per disporre delle tre porte NAND a tre entrate, che questo integrato contiene, sarebbe necessario utilizzare delle nuove porte NAND a due entrate, cioè tre circuiti integrati 4011.

Il circuito

Il circuito da realizzare è minimo, perché la sua unica finalità è verificare il funzionamento di ognuna delle sue porte. L'uscita di ogni porta viene portata all'anodo di un LED, interponendo la sua corrispondente resistenza limitatrice di corrente. Per quanto riguarda le entrate, ognuna di esse viene portata al negativo dell'alimentazione attraverso una resistenza da 100 K; abbiamo scelto un valore così alto per consumare poca corrente delle pile quando premiamo i pulsanti. Le porte si collegano anche ai pulsanti che sono uniti, inoltre, tra ciascuna entrata e il positivo dell'alimentazione. In questo modo, quando non si agisce sul pulsante, c'è 'zero' logico nell'entrata corrispondente, ma, quando premiamo il pulsante, cambia di stato, passando a 'uno'. Possiamo, così, verificare le otto combinazioni possibili che vengono indicate nella tavola della verità. Il LED collegato all'uscita si deve spegnere quando si verifica una combinazione, la 111, quando vengono azionati, cioè, simultaneamente tutti e tre i pulsanti. Come è logico, bisogna ripetere questa verifica per ciascuna delle porte, cambiando le corrispondenti connessioni.

Connessioni

Le connessioni possono essere eseguite seguendo il piano di montaggio, tuttavia conviene piuttosto seguire lo schema del circuito per vedere quale sia la funzione di ogni terminale. Perché il circuito funzioni, è necessario collegare i terminali dell'alimentazione, che in questo caso sono il 14 e il 7, rispettivamente al positivo e al negativo.

Il 4023 viene verificato isolatamente

Esperimento

Quando si realizza il montaggio come viene indicato, verifichiamo una delle porte, mentre le entrate delle altre rimangono senza collegamento. Questo ti-

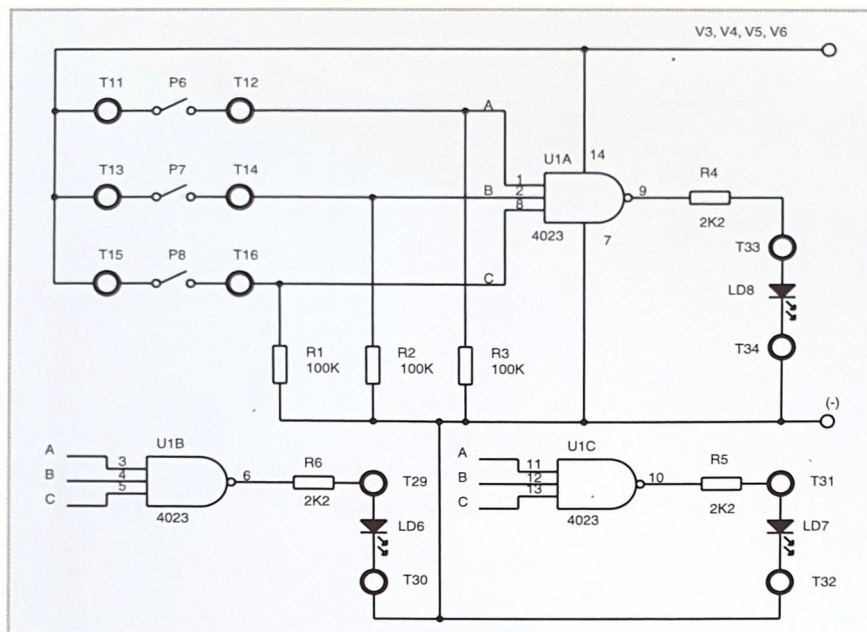
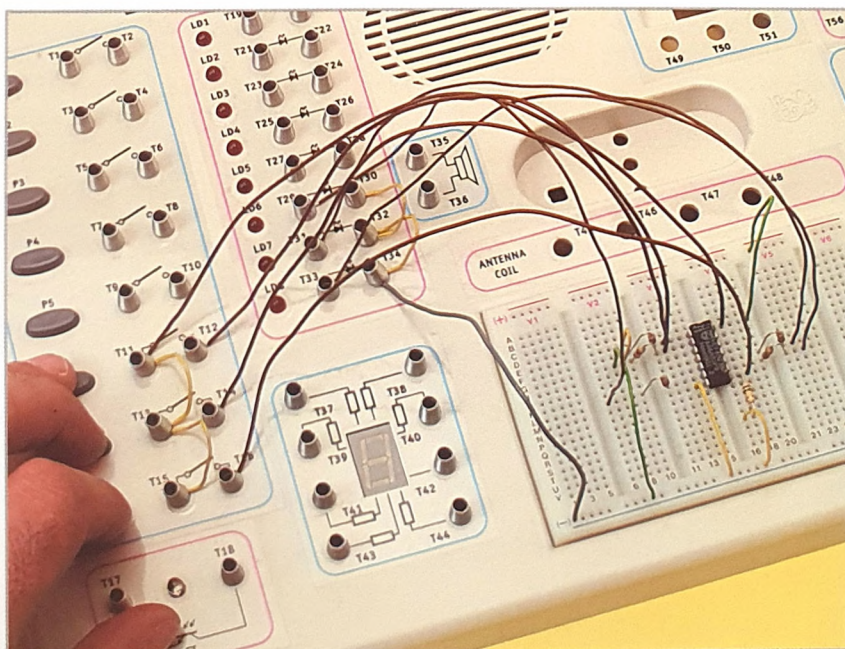
Il 4023, tre porte NAND a tre entrate

COMPONENTI	
R1, R2, R3	100K
R4, R5, R6	2K2
U1	4023
LD6, LD7, LD8	
P6, P7, P8	

Tavola delle verità

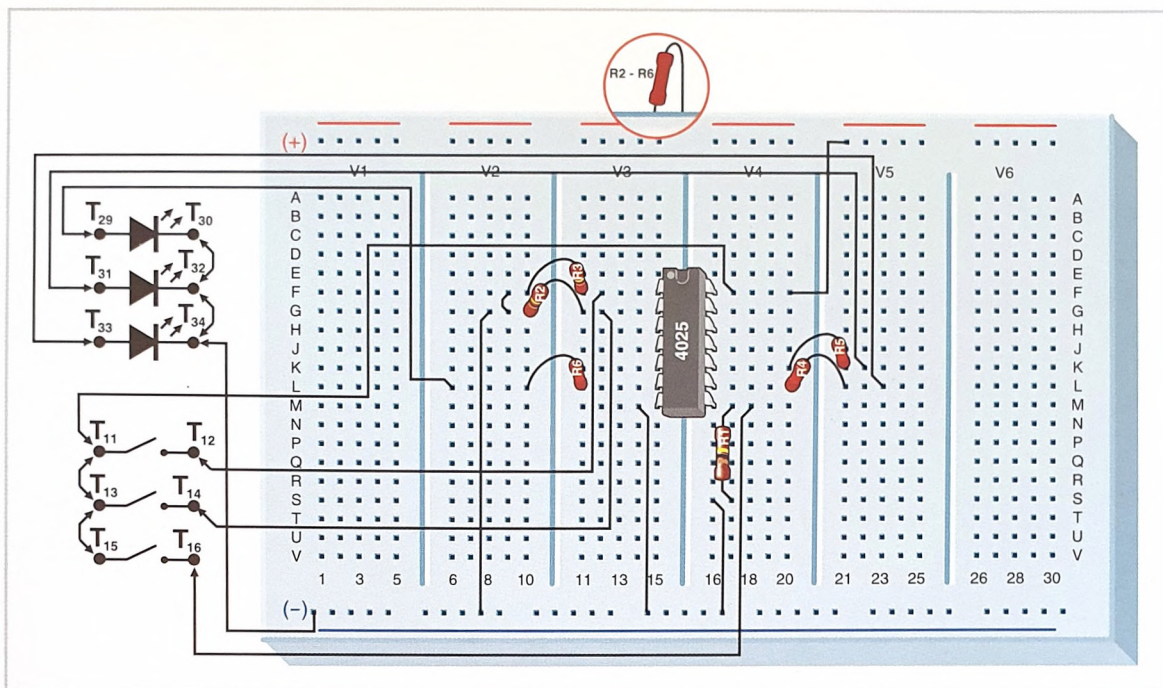
C	B	A	S
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

po di connessione non viene utilizzato in un reale montaggio di utilizzo professionale, perché queste porte hanno un'impedenza d'entrata altissima, cosa che consente loro di captare segnali debolissimi e di interpretarli come '1' o '0' e basta che ricevano alle loro entrate uno '0' perché il LED della loro corrispondente uscita possa illuminarsi. Frequentemente possiamo vedere che i LED collegati alle uscite delle porte che hanno le entrate libere, si illuminano capricciosamente semplicemente avvicinando la mano al circuito; dipende anche dalla posizione del circuito. Se lo facessimo in un circuito reale, potremmo causare molti problemi.

Il LED si spegne con tre pulsanti premuti simultaneamente.

Porta invertente e AND

Per ottenere una porta AND a tre entrate, basterà porre un invertente all'uscita della porta NAND a tre entrate. Per invertire l'uscita, possiamo utilizzare una porta invertente di un 4049 o se si usa una qualche porta nel circuito e ci manca una porta invertente, si possono unire tutte le entrate e usarle così, ma non è molto usuale farlo. Si può utilizzare anche come porta NAND a due entrate e, per far ciò, basterà porre a livello alto '1' l'entrata che non si vuole utilizzare.

Il 4025, tre porte NOR a tre entrate

Il circuito integrato 4025 (tecnologia CMOS) ha al suo interno tre porte NOR a tre entrate.

L'esperimento che stiamo per descrivere ha per oggetto la verifica delle tre porte NOR a tre entrate contenute in questo circuito integrato. In seguito mostreremo due modi per farlo. Dovremo verificare tutte le possibili combinazioni all'entrata, anche se per spegnere il LED dell'uscita dovremo soltanto premere un pulsante.

Il circuito integrato

Come le tre porte NAND a tre entrate, anche questo tipo di porta è molto utilizzata. Viene impiegata in molti circuiti in cui le uscite della tavola che prendiamo in considerazione sono massitermini o in quelli in cui tutta l'equazione risultante viene passata alle porte NOR.

Si tratta di un circuito integrato formato da tre porte NOR a tre entrate. Osservando lo schema, possiamo notare la corrispondenza tra i termini del circuito integrato e le entrate e uscite di ogni porta e, inoltre, dei due terminali di alimentazione.

Lo schema

Osservando lo schema elettrico, possiamo notare che ha solamente i componenti indispensabili per la verifica del 4025. Quando il circuito è alimentato, il LED collegato all'uscita di ogni porta attraverso la sua corrispondente resistenza limitatrice ne indica lo stato. All'inizio, il LED si deve illuminare quando le entrate sono aperte. Le entrate aperte, infatti, si comportano come se fossero a basso livello '0'; l'uscita, quindi, sarebbe a '1'. Va sottolineato che non è consigliabile lasciare aperte le entrate di una porta logica, perché se l'integrato si dovesse trovare in una condizione di interferenze, l'uscita cambierebbe.

Verifica del funzionamento

L'altra modalità, molto più affidabile, è verificare mediante tre pulsanti, una per una tutte le combinazioni della tavola della verità. Basta premere un pulsante per mettere a livello alto la corrispondente entrata; l'uscita, in qualsiasi caso, passerà a livello basso (LED spento), proprio come possiamo dedurre dalla tavola della verità. I pulsanti sono collegati in maniera tale che, quando non vengono premuti, utilizzando una resistenza tra ciascuna entrata e il negativo dell'alimentazione, all'entrata corrispondente viene garantito uno '0'. Nello schema viene mostrato come verificare una delle porte; per verificare le altre due

Il 4025, tre porte NOR a tre entrate

COMPONENTI	
R1, R2, R3	100 K
R4, R5, R6	2K2
U1	4025
LD6, LD7, LD8	
P6, P7, P8	

Tavola delle verità

C	B	A	S
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

cambiamo le connessioni dei due pulsanti e quelle delle resistenze alla porta corrispondente.

Porta invertente e OR

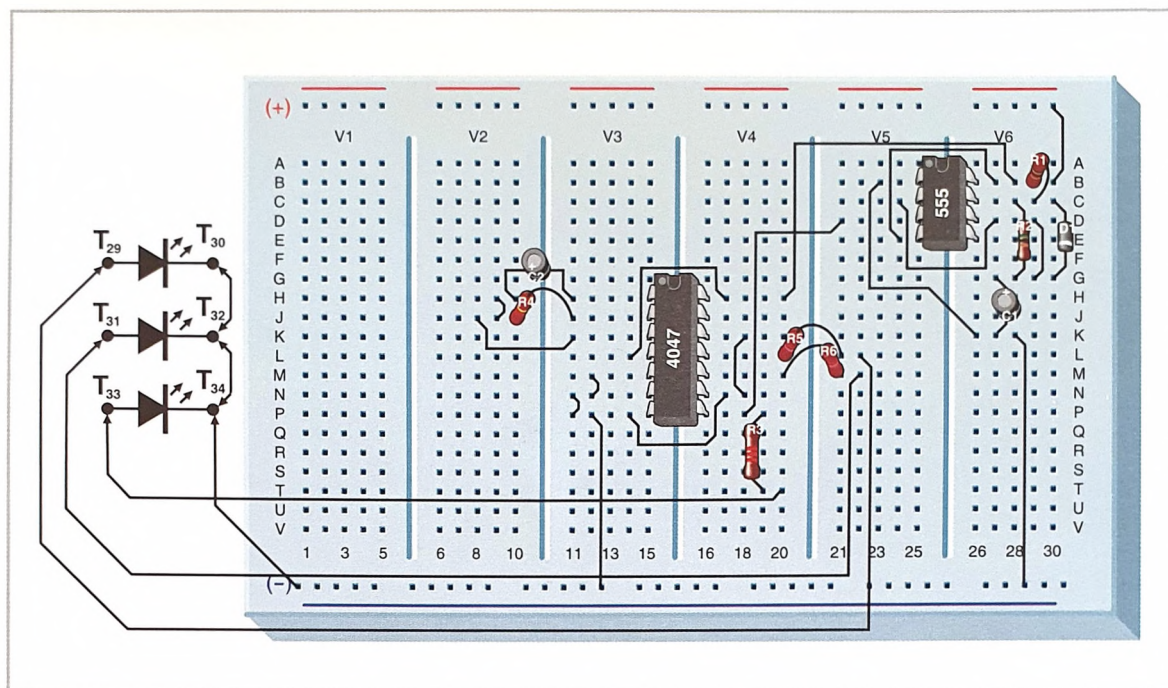
Per riuscire ad avere una porta OR a tre entrate, basterà inserire un invertitore all'uscita della porta NOR a tre entrate. Se nel nostro circuito avanzasse qualche porta e a noi mancasse proprio una porta invertente, possiamo unire tutte le entrate e utilizzarla come tale, anche se questo procedimento non è molto usuale. Nel caso in cui avanzi una porta a tre entrate e se ne abbia bisogno di una a due entrate, metteremo l'entrata che non vogliamo utilizzare al livello basso '0'.

Se non azioniamo i pulsanti, alle entrate ci sarà uno '0' e il LED di uscita si illuminerà.

Verifica veloce

Se non disponiamo di molto tempo, possiamo effettuare una verifica veloce. Per questo il LED deve restare illuminato e si deve spegnere premendo P6. Ripetendo la verifica con P7 e P8, dobbiamo ottenere il medesimo risultato. Il LED, cioè, si deve spegnere quando premiamo uno qualsiasi dei tre pulsanti.

Monostabile con 4047

Modalità standard di utilizzo del 4047.

Una delle applicazioni più utilizzate di questo circuito integrato è come monostabile; dopo che sia stato prodotto un cambiamento all'entrata dopo l'accensione, l'uscita si attiverà per un determinato periodo di tempo.

Il monostabile

Come ogni multivibratore monostabile, necessita di un segnale di accensione che ne attivi l'uscita. In genere, l'accensione viene prodotta da un cambiamento di livello, da una transazione da '0' a '1' o viceversa. Con questa finalità, infatti, dispone di due entrate di accensione: (-T) accensione negativa e (+T) accensione positiva. L'integrato è dotato, inoltre, di un'altra particolarità molto importante: la larghezza dell'impulso di uscita è indipendente dalla durata dell'impulso di accensione; se l'integrato è configurato per lavorare con un cambiamento di livello da '0' a '1' e si lascia a '1' il segnale di accensione, l'uscita non viene influenzata, perché deve rilevare il cambiamento di livello. La stessa cosa succederebbe se venisse configurato per accendersi con un cambiamento di livello da '1' a '0'. L'integrato ha, poi, anche un circuito interno che resetta l'uscita quando viene collegato all'alimentazione, cosicché l'uscita sarà sempre a zero eliminando il pericolo dell'instabilità.

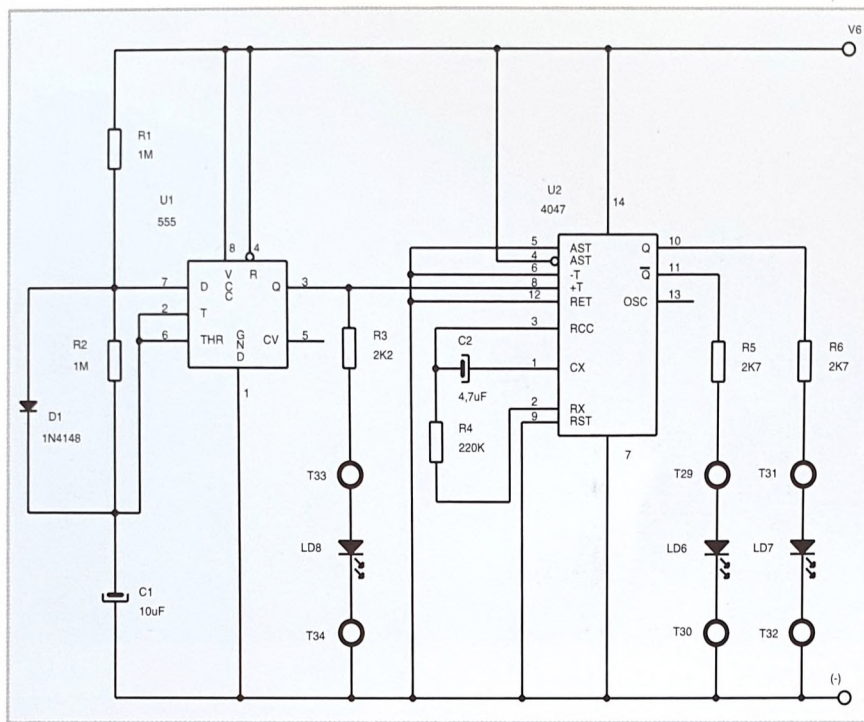
Il circuito

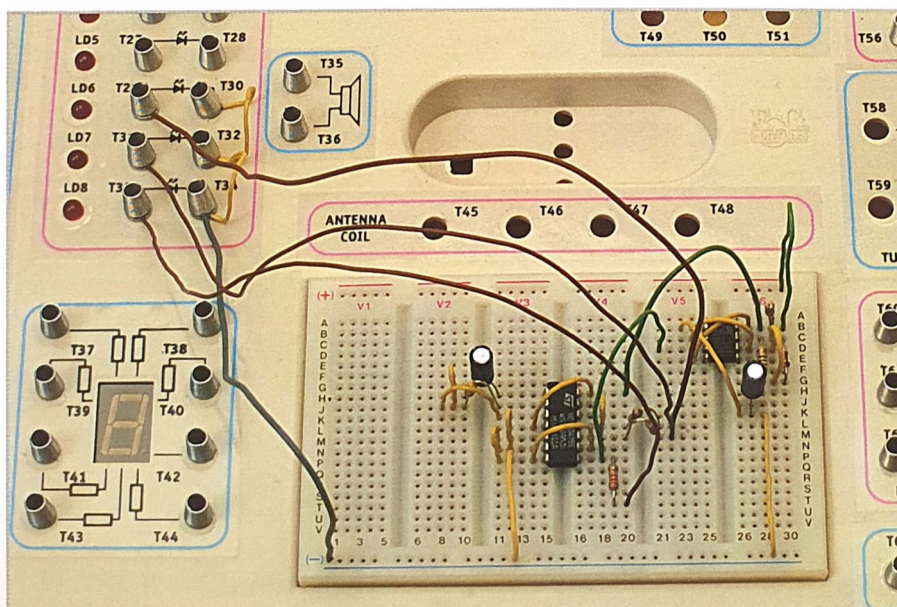
Il circuito è costituito da due parti ben differenziate. C'è il circuito di eccitazione, formato da un oscillatore astabile costruito con un 555. Per determinare il periodo di tempo durante il quale l'uscita deve stare a livello alto interviene solamente la resistenza R1; R2, invece, interviene per quanto riguarda il livello basso. Riusciamo ad ottenere tutto ciò grazie al diodo D1. Il diodo LED LD8 permetterà di osservare quando si verifica il cambiamento nell'uscita dell'astabile, uscita direttamente collegata all'altra parte del circuito – che è un monostabile – nella sua entrata +T. Quando si verifica un cambiamento di livello da '0' a '1', l'uscita Q0 si attiva per circa 3 secondi. L'uscita /Q ha il segnale invertito rispetto all'uscita Q.

Monostabile senza riaccensione

Funzionamento

Il monostabile si attiva sulla rampa ascendente del cambiamento da '0' a '1'. Il tempo di attivazione dell'uscita è dato dall'equazione T = 2,5 x R4 x C2. In questo

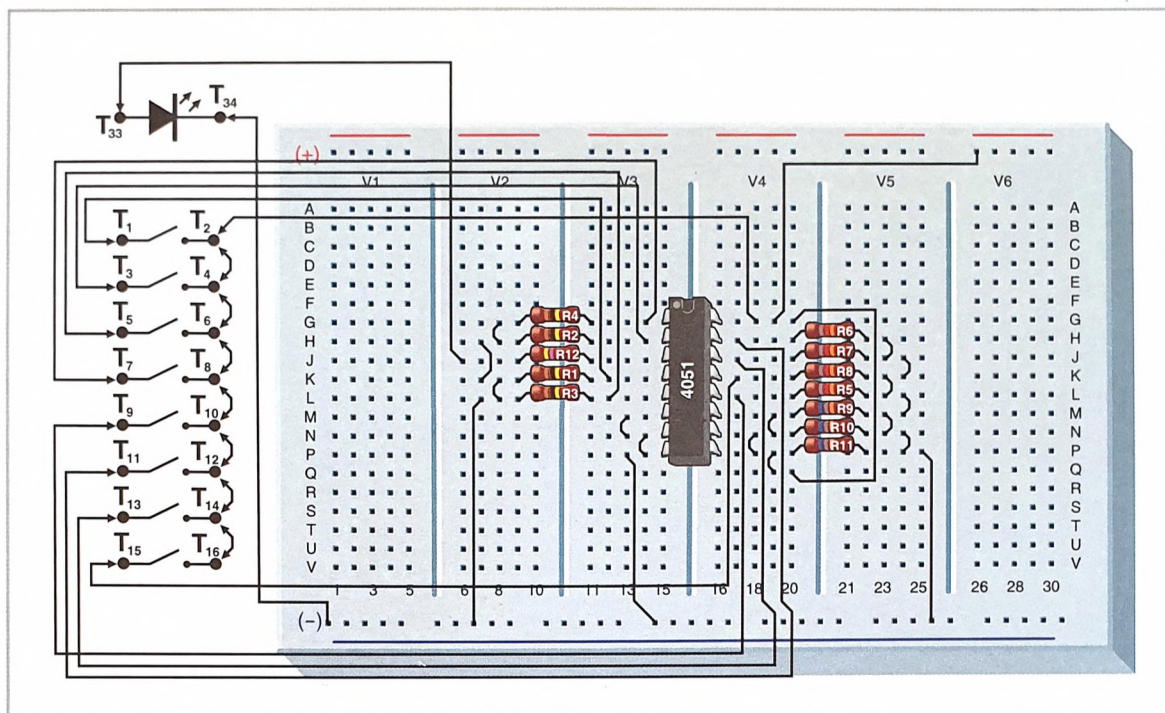
Monostabile con 4047

COMPONENTI	
R1, R2	1 M
R3	2K2
R4	220K
R5, R6	2K7
C1	10 µF
C2	4,7 µF
D1	1N4148
U1	555
U2	4047
LD6 a LD8	

caso è un poco meno di 3 secondi. L'astabile ha un tempo maggiore a livello alto – circa 7 secondi (T1 = 0,69 x R1 x C1) – e altrettanto a livello basso (T2 = 0,69 x R2 x C1). Possiamo così verificare che, quando LD8 è acceso, LD7 sarà acceso per circa 3 secondi e LD6 per circa 11 secondi: 7-3 secondi del livello alto +7 secondi del livello basso.

Il tempo di attivazione dell'uscita è indipendente rispetto alla durata dell'impulso di accensione.

Esperimento

Se vogliamo adesso che il monostabile si attivi sulla rampa della forma d'onda discendente, quando cioè l'uscita dell'astabile (terminale 3 di U1D) passa dal livello alto a quello basso, oppure – ha il medesimo significato – quando si spegne il LED LD8, dobbiamo collegare il terminale 8 del 4047 al positivo dell'alimentazione e il terminale 6 all'uscita Q di U1 (terminale 3).

Il 4051, multiplexer a otto entrate e una uscita

Questo circuito integrato seleziona una delle otto entrate per collegarla all'uscita.

Il circuito ha al suo interno otto commutatori elettronici e un circuito speciale, chiamato multiplexer, che consente di selezionare digitalmente quale di loro si vuole attivare.

Il multiplexer

Un multiplexer può essere semplicemente descritto come un circuito che permette che l'informazione di un numero di linee (n) di entrata indipendenti, da X0 a X7, siano selezionate individualmente e applicate a una linea di uscita unica. Il multiplexer agisce come un commutatore elettronico multivia in cui con una entrata digitale da tre bit – A, B e C – si può selezionare l'entrata che apparirà all'uscita.

Il circuito

Il circuito è montato perché si possa capire facilmente il funzionamento del 4051. In ogni entrata è montata una resistenza alla massa in serie con un pulsante, di modo che senza azionare il pulsante, la resistenza mette l'entrata a zero.

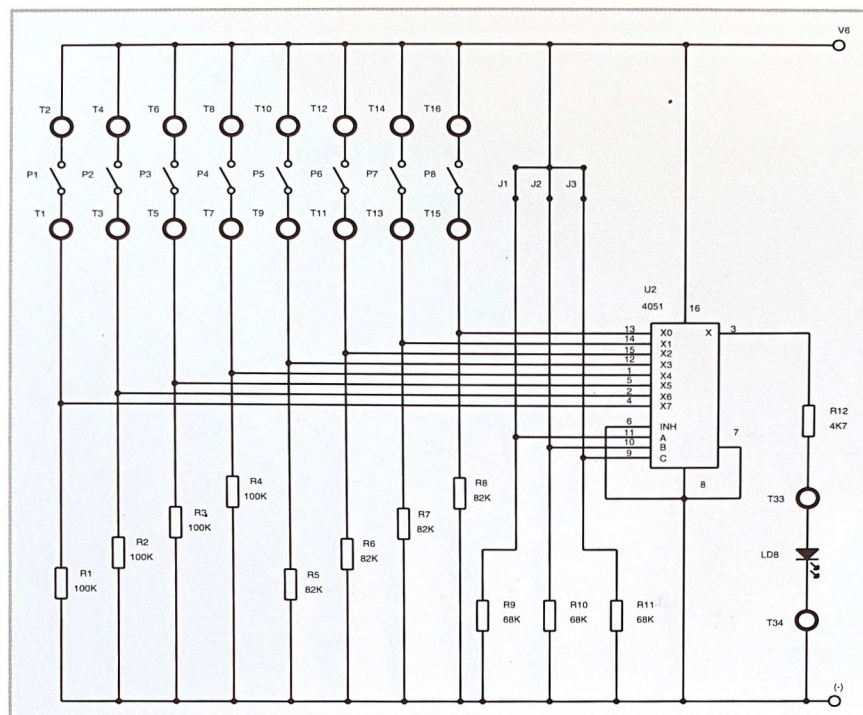
Per selezionare l'entrata voluta, esistono tre ponti nelle entrate A, B e C e le resistenze R9, R10 e R11. Senza i ponti J1, J2 e J3 collegati all'entrata, saranno a livello basso. Per selezionare una qualsiasi entrata, per esempio X3 (C = 0, B = 1, A = 1) si collocheranno i ponti corrispondenti alle entrate A e B. Dobbiamo, però, tenere presente una questione estremamente importante: perché il circuito funzioni correttamente, dobbiamo collegare l'entrata di inibizione, INH, a livello basso, altrimenti i commutatori rimarrebbero sempre aperti. Il diodo LED si illuminerà quando oltre a selezionare un'entrata è premuto anche il pulsante corrispondente; premendo qualunque altro pulsante, il diodo non deve illuminarsi.

Possiede tre entrate di controllo

Funzionamento

Per verificare il funzionamento del circuito dobbiamo stabilire, innanzitutto, il posizionamento degli ingressi del 4051, multiplexer a otto entrate e stabilire l'uscita che vogliamo utilizzare.

Questa operazione potrà essere portata a termine inserendo i ponti che formeranno il numero binario corrispondente a una delle otto entrate (A, B o C) per

Il 4051, multiplexer a otto entrate e una uscita

COMPONENTI	
R1 a R4	100 K
R5 a R8	82 K
R9 a R11	68 K
R12	4K7
U2	4051
LD8	
P1 a P8	

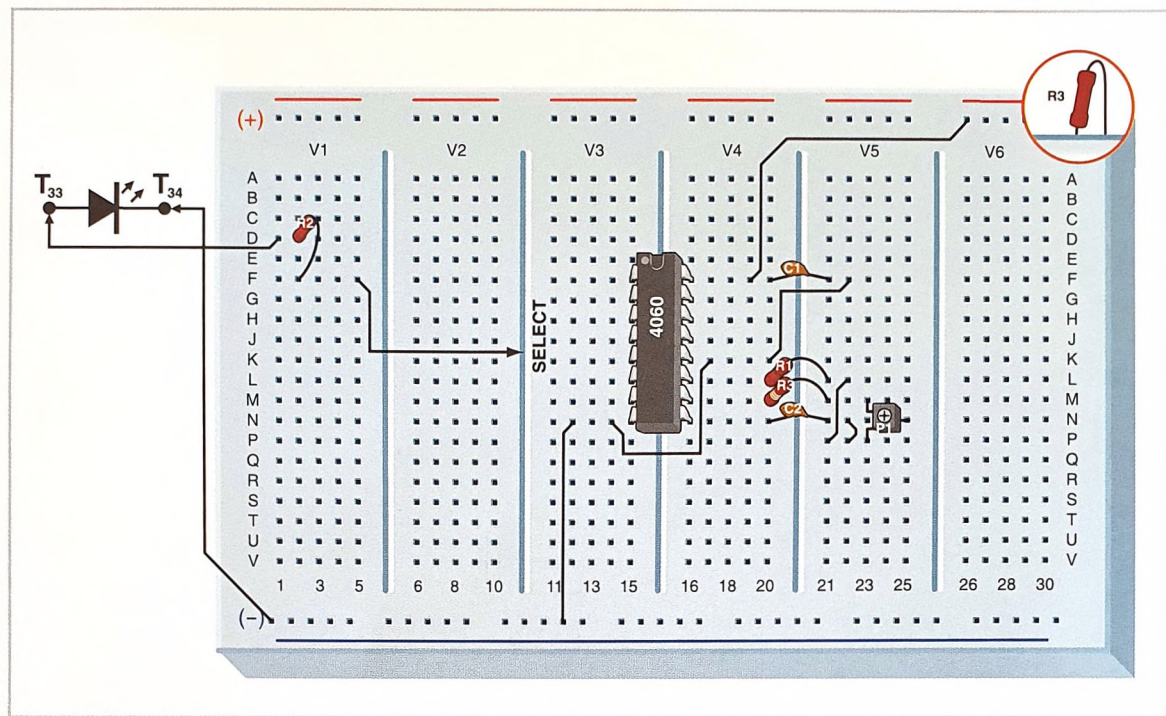
porre la suddetta entrata a livello alto '1' o lasciandola senza collegamento, per porla a livello basso. Selezionata l'entrata, se non azioniamo il pulsante ad essa corrispondente, il LED deve rimanere spento, mentre se premiamo il pulsante deve illuminarsi. Verificheremo, premendo uno qualsiasi degli altri pulsanti che non influisce assolutamente sull'uscita, dato che non è lo stadio dell'entrata selezionata.

Solamente il pulsante dell'entrata selezionata può cambiare l'uscita.

Esperimenti

Possiamo porre l'entrata INH a livello alto e verificare così che selezionando una entrata e azionando un pulsante a caso, incluso quello corrispondente all'entrata selezionata, non ·influenzeremo l'uscita.

Il 4060, divisore a catena

Questo circuito integrato ha diversi divisori per 2 a catena e può dividere per 2 fino a 14 volte.

Questo circuito integrato – potremo verificarlo – dispone di numerose uscite divisorie che possono dividere il segnale del clock per 16, 32, 64 fino a 16.384. Ha un oscillatore interno che funziona aggiungendo tre componenti esterni.

L'integrato

Il suo principale utilizzo è come divisore di frequenza, per controllare i contatori, come temporizzatore o come circuito di ritardo: parte della frequenza viene generata da un oscillatore interno oppure esterno. Questo oscillatore può lavorare a varie frequenze il cui limite varia con la tensione d'alimentazione e che può arrivare fino a 15 MHz con un'alimentazione da 15 V. Questo circuito integrato si presenta inserito in un contenitore DIL di 16 terminali, di cui 10 sono di uscita e 6 di entrata.

Due delle entrate sono dell'alimentazione, poi c'è un'entrata di RESET e altri 3 terminali per la connessione della resistenza e del condensatore corrispondenti all'oscillatore interno del circuito integrato. Ognuna delle uscite, Q4-Q10 e Q12-Q14, fornisce un segnale la cui frequenza è quella del clock divisa per 2 elevata al numero indicato dall'uscita.

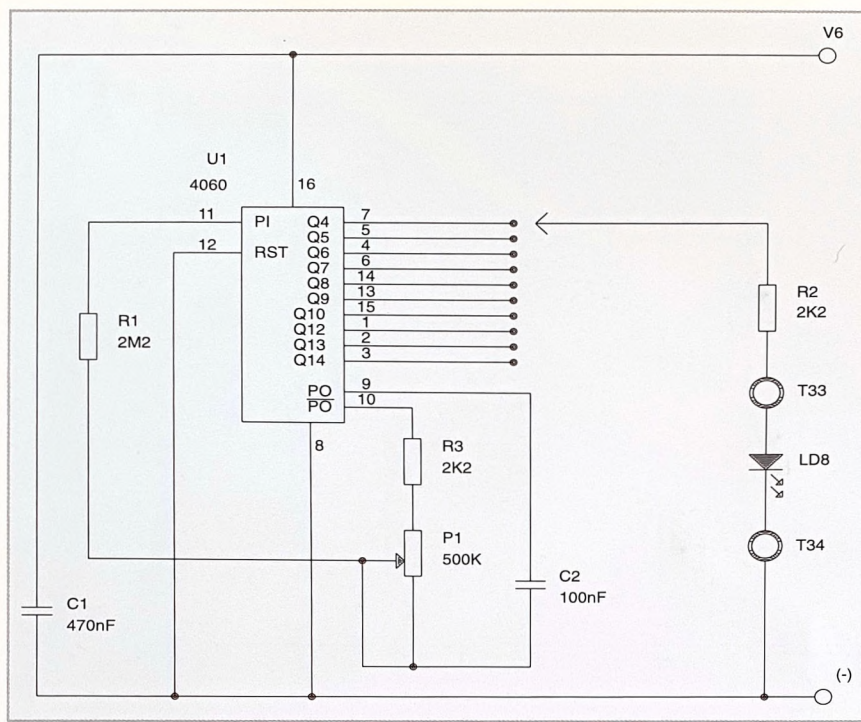
Il circuito

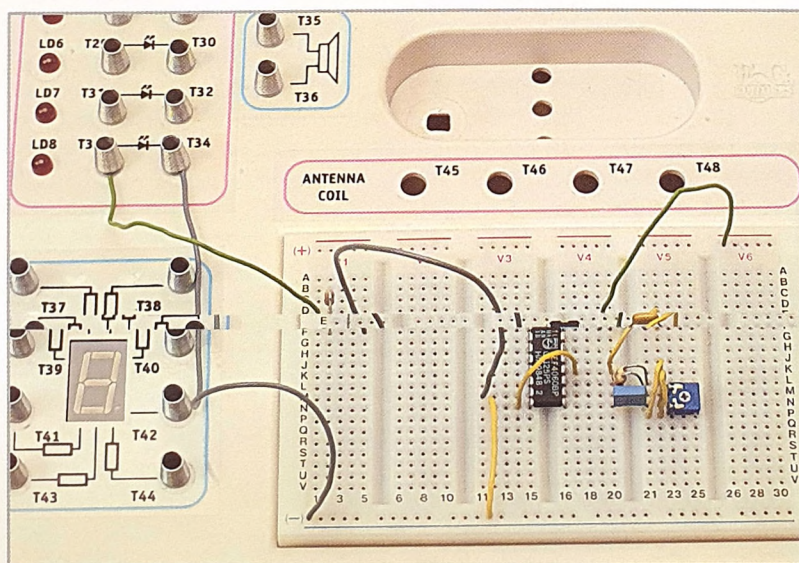
Il circuito ha il numero minimo di componenti che servono per spiegarne il funzionamento. Il potenziometro si utilizza per selezionare la frequenza dell'oscillatore a un valore compreso tra circa 10 Hz e circa 500 kHz. Per vedere come divide i diversi valori, dovremo inserire un ponticello con un cavo nella corrispondente uscita, vicino alla resistenza R2. Un diodo LED collegato direttamente a ciascuna delle uscite dell'integrato indicherà in maniera visiva il periodo del segnale di uscita. Se il segnale ha una frequenza molto piccola, potremo percepire il lampeggiare del LED senza dover utilizzare nessuna trappola elettronica. La frequenza è inversa rispetto al periodo.

Possiede un oscillatore interno

Funzionamento

Per vedere realmente come si producono le uscite delle frequenze, si inserirà il primo ponte all'uscita Q4 (che dividerà la

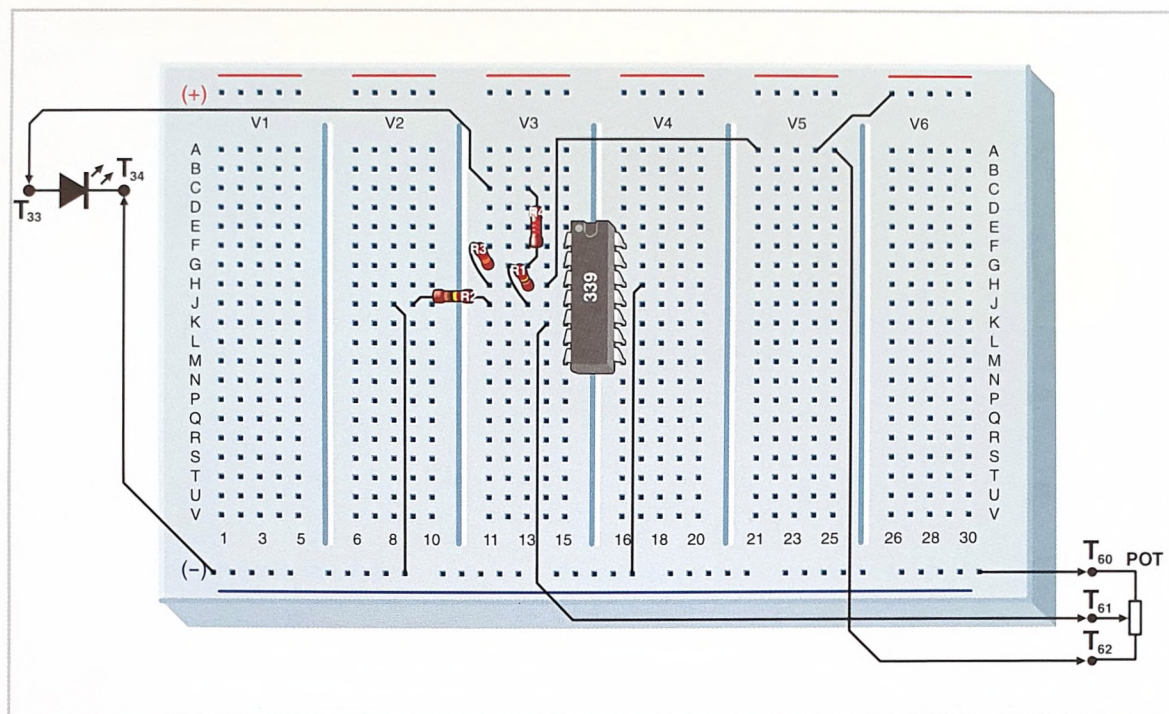
Il 4060, divisore a catena

COMPONENTI	
R1	2M2
R2, R3	2K2
P1	500 K
C1	470 nF
C2	100 nF
U1	4060
LD8	

frequenza dell'oscillatore per 16) e partendo dalla parte sinistra del cursore del potenziometro, lo si muoverà un poco fino a quando non si otterrà un lampeggiamento percepibile (bassa frequenza). Allora, cambieremo il ponte a Q5 (che divide per 32), Q6 (che divide per 64), Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12, Q13 e Q14. Può succedere che, arrivando a queste ultime uscite, la frequenza sia diventata piccolissima: dobbiamo ricordarci che in Q14 si divide per 2 elevato alla 14, che sarebbe come dire dividere per 16.384. Di conseguenza, avremo un periodo molto grande e il LED rimarrà spento e acceso per un periodo lunghissimo di tempo, per cui per verificare velocemente il funzionamento, possiamo cambiare rapidamente il valore del potenziometro P1 per aumentare la frequenza e poter disporre di un periodo più corto.

Con questo circuito possiamo avere temporizzazioni molto grandi.

Esperimenti

Anche se il range di frequenze di lavoro è più che sufficiente per il corretto funzionamento del circuito, lo possiamo cambiare variando semplicemente il valore del condensatore C2 e/o del potenziometro P1, che si può sostituire con una frequenza fissa. Si deve sempre tenere presente che la frequenza di uscita dell'oscillatore sarà f = 1/(2,2 x C2 x P1).

L' LM339, quattro comparatori integrati

Questo circuito integrato contiene quattro comparatori dotati di uscita per collettore aperto.

Questo circuito integrato possiede al suo interno quattro comparatori di tensione molto precisi e indipendenti tra loro. Sono stati progettati in particolar modo per lavorare con una tensione d'alimentazione con valori digitali.

Il comparatore

Come abbiamo precedentemente visto e come indica il suo nome, questo circuito paragona le tensioni esistenti nei suoi due terminali d'entrata, quella invertente (-) e quella non invertente (+). Anche se ha, apparentemente, il medesimo simbolo di un amplificatore operazionale, per la somiglianza della funzione fornita, possiede anche una serie di caratteristiche migliori per quanto concerne il suo funzionamento come comparatore. La sua tensione di uscita a basso livello è, praticamente, pari a 0 Volt: in realtà, è vicina ai 250 mV. Possiede anche una maggior sensibilità alle sue due entrate, invertente (-) e non invertente (+). Nell'altro caso, l'uscita passerà a un livello basso perché la tensione all'entrata (+) è inferiore rispetto a quella dell'entrata (-). Anche se, teoricamente, è lo stesso anche per i circuiti operazionali, in realtà, in questi ultimi a basso livello appare una tensione relativamente alta che può giungere di norma a circa 2 Volt.

Comparatori di precisione

Il circuito

Per effettuare la prova del circuito, si devono provare uno per volta i quattro circuiti comparatori contenuti nel circuito integrato LM339. Possiamo osservare che l'uscita si collega mediante un resistenza R3 al positivo dell'alimentazione.

Ciò è dovuto al fatto che l'uscita è il collettore di un transistor, per cui sarà libera e si dovrà collegare una resistenza per ottenere un adeguato livello di tensione. Questa opzione consente di collegare la resistenza R3 a una tensione diversa rispetto a quella di alimentazione dell'integrato ottenendo in questo modo livelli di tensione diversi rispetto a quelli d'entrata, cosicché potremo realizzare un adattatore di livelli logici.

Si stabilisce, per mezzo delle resistenze R1 e R2, la tensione nel terminale invertente a metà circa rispetto alla tensione di alimentazioné, 4,5 Volt. Colleghiamo il terminale non invertente al

L' LM339, quattro comparatori integrati

COMPONENTI	
R1, R2	100 K
R3	3K3
R4	2K2
U1	LM339
LD8	
POT	

terminale centrale del potenziometro POT, così da cambiare la tensione quando viene ruotato il comando. Possiamo vedere il livello logico dell'uscita direttamente attraverso il LED LD8.

Quando in T61 si supera la tensione del terminale invertente dell'entrata il LED si illumina.

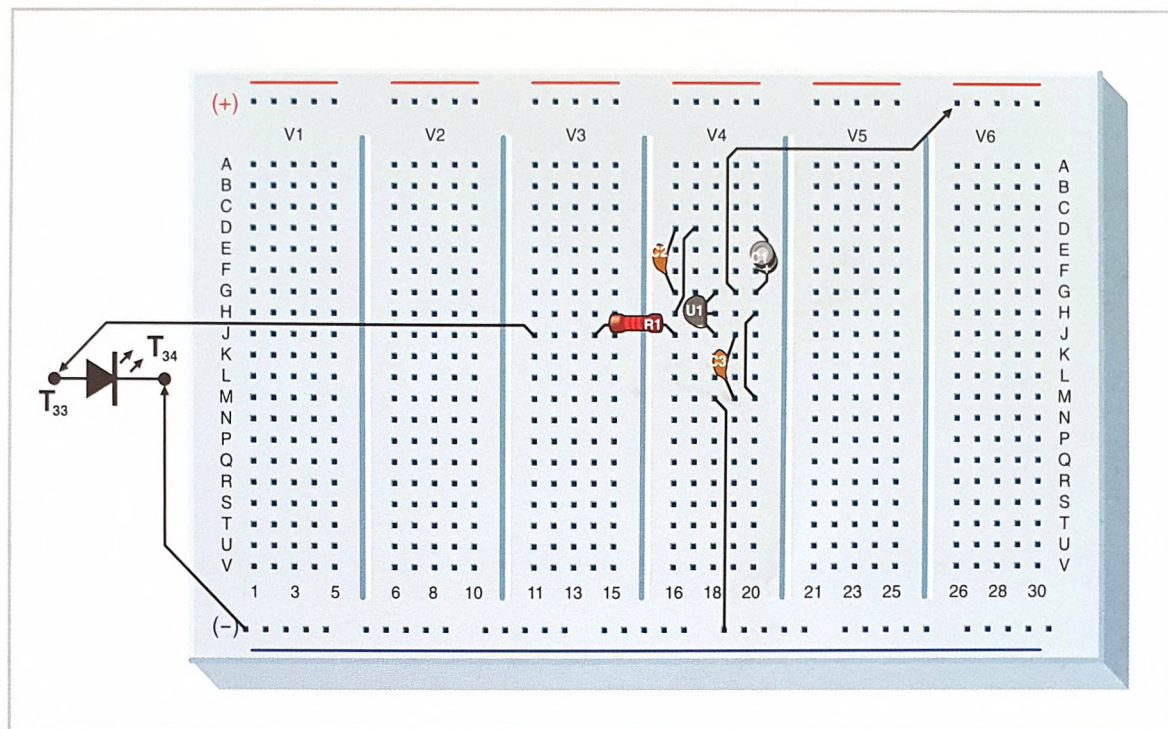
Messa in funzione

Verranno collegati uno dopo l'altro i quattro comparatori dell'integrato. Una volta che sia stato collegato, si ruoterà il comando del POT e si verificherà come, nello stesso punto, varia l'uscita quando la tensione del terminale T61 passa per la metà della tensione di alimentazione; rileveremo questo cambiamento quando il diodo LED LD8 si illuminerà.

Esperimenti

Come esperimento, possiamo abbassare le resistenze R3 e R4, e collegare la prima a una tensione minore, per esempio a 4 Volt e vedere come si ottiene un livello sufficiente a far illuminare il diodo LED.

Regolatore di tensione di 5V

Il 78L05 è un'integrato regolatore di tensione serie positiva dotato di tre terminali.

Questo circuito ammette alla propria entrata tensioni continue fino a 30V al massimo, l'uscita è stata prefissata a 5V e la massima corrente che può sopportare è di 100 mA. Dissipa una potenza massima di 500 mW, ma non dobbiamo dimenticarci di moltiplicare sempre la differenza di tensione tra l'entrata e l'uscita per la corrente che lo attraversa, per calcolare se la potenza che deve dissipare supera o meno i 500 mW.

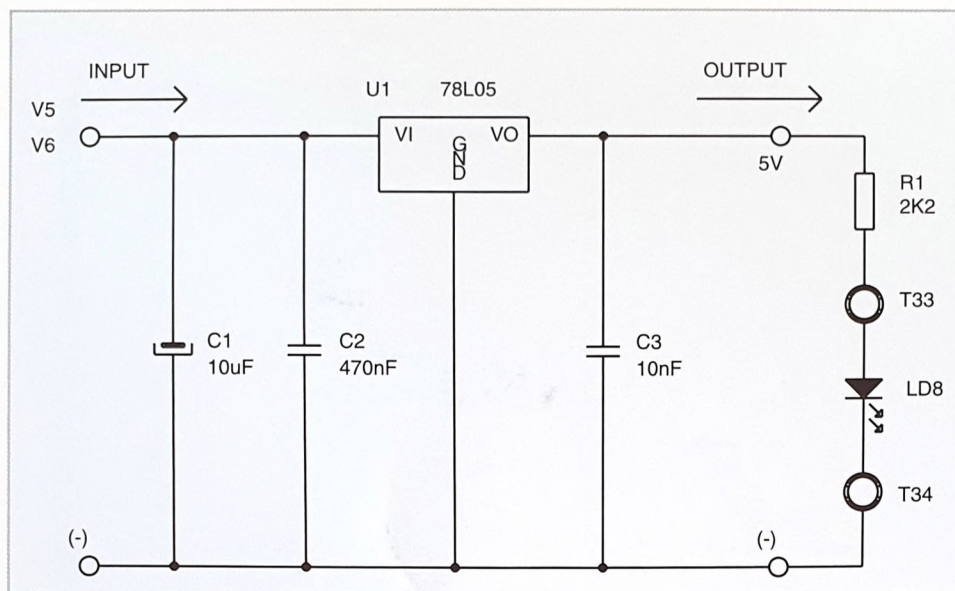
Il circuito

Il circuito è semplicissimo perché normalmente i regolatori di tensione fanno parte di altri circuiti nei quali è necessario disporre di determinati livelli di tensione. Il segnale applicato all'entrata non deve avere il "ripple" (è il residuo di impulso creato dal raddrizzatore, di norma un ponte a 2 o 4 diodi) proveniente dal raddrizzatore: se fosse dotato di "ripple", si dovrebbe aumentare C1 fino a 470 µF. I condensatori C2 e C3 evitano l'entrata di eventuali segnali con frequenze elevatissime che possono disturbare il funzionamento del circuito, li si deve sempre utilizzare, anche quando possa sembrare non necessario, e devono essere situati molto vicino al 78L05. La resistenza R1 e il diodo LD8 vengono utilizzati per verificare che all'uscita ci sia tensione.

Funzionamento

La tensione applicata all'entrata non deve superare i 30V, ma nel nostro caso abbiamo a disposizione solamente 9V. Per garantire una buona regolazione, la tensione d'entrata non deve essere inferiore a 7V. Se il consumo del circuito dovrà essere di 50 mA, con la massima dissipazione fissata a 500 mA, la massima differenza di tensione tra entrata e uscita deve essere di 0,5W/0,05A = 10V. Si deve quindi applicare una tensione d'entrata superiore a 7V, ma che come massimo, sarà di 5 + 10 = 15V. Se, per esempio, si applica una tensione di 20V, che, teoricamente è corretta, la differenza di tensione tra entrata e uscita è in questo caso, di 15V, e la dissipazione sarebbe di 15V x 0,05A = 0,75W = 750 mW, risultato superiore alla potenza che è in grado di dissipare, quindi il circuito integrato funzionerà male e potrebbe anche rovinarsi definitivamente.

Regolatore di 5V, 500 mW

Regolatore di tensione di 5V

COMPONENTI	
R1	2K2
C1	10 µF
C2	470 nF
C3	10 nF
U1	78L05
LD8	

Messa in funzione

Non è possibile regolare questo circuito: esso deve funzionare fin dalla prima volta. Ci si deve concentrare bene sullo schema per non confondere tra loro i terminali e per non confondere il circuito con un transistor: hanno infatti lo stesso tipo di contenitore.

All'entrata si possono applicare diverse tensioni, ma l'uscita rimane sempre a 5V e, per essere esatti, l'errore ammesso è di 0,2V. Se non dovessimo disporre di un multimetro per misurare la tensione, possiamo comunque verificare che il circuito funziona perché non osserviamo cambiamenti di illuminazione nel diodo LED.

Regolatore di tensione di 5V DC.

Cella solare

L'incidenza della luce sul semiconduttore produce energia elettrica.

In questo esperimento si mostra come costruire una cella solare in miniatura con 6 diodi del tipo 1N4148. Il circuito si attiva quando riceve della luce e, quindi, può essere utilizzato come un circuito sensore della luce. Questo esperimento è possibile perché la capsula del diodo 1N4148 è trasparente e anche perché una giunzione fra semiconduttori genera dell'energia solare fotovoltaica.

Il circuito

Osservando attentamente lo schema del circuito, possiamo dividerlo in due parti. Una è costituita dal circuito sensore composto dai 6 diodi semiconduttori al silicio (1N4148), capaci di generare energia elettrica sotto forma di corrente continua quando vengono esposti alla luce. L'altra, invece, è un comparatore nel cui terminale invertente viene fissata una tensione di circa 50 mV con un partitore di tensione formato dalle resistenze R2 e R3. Quando i diodi non sono esposti alla luce, tra i morsetti della resistenza R1 non apparirà alcuna tensione e il condensatore C1 sarà scarico (0 Volt). Allora, la tensione nel terminale invertente è maggiore rispetto a quella presente nel terminale non invertente e l'uscita del comparatore ha un livello basso, di modo che il LED indicatore LD8 rimarrà spento. Quando arriva luce, invece, si genera una corrente elettrica che caricherà il condensatore raggiungendo anche una tensione di 60 mV, sufficiente a superare quella del terminale invertente, per cui l'uscita del comparatore passerà a livello alto e il LED si illuminerà.

Funzionamento

Il principio di funzionamento di questo circuito è il seguente: dato che i due diodi hanno un contenitore trasparente, la luce esterna può raggiungere il chip semiconduttore. Approfittiamo di questa opportunità e della proprietà del cristallo semiconduttore – quando viene colpito da un fascio luminoso è capace di trasformare l'energia luminosa in corrente elettrica – e la utilizzeremo per realizzare un circuito. Quindi, se non sono esposti alla luce, la corrente non circola, mentre quando lo sono, essa circola. Le dimensioni del chip sono piccolissime. Inoltre, esso non è stato progettato per sfruttare al massimo la luce che vi inciderà sopra: è

Ogni diodo è una cella in miniatura

Cella solare

COMPONENTI	
R1	2M2
R2	180 K
R3	1 K
R4	560 Ω
R5	3K3
C1	1 µF
D1 a D6	
1N4148	
U1	
LM339	
LD8	

per questo motivo che la corrente da esso generata è debolissima e per essere captata si deve utilizzare un comparatore. Quest'ultimo, infatti, a causa della sua alta impedenza d'ingresso per essere eccitato necessita di una corrente molto bassa. Ne serve così poca che si deve aggiungere al circuito una resistenza da 2M2 per scaricare il condensatore quando la luce smette di arrivare sui diodi.

Messa in funzione

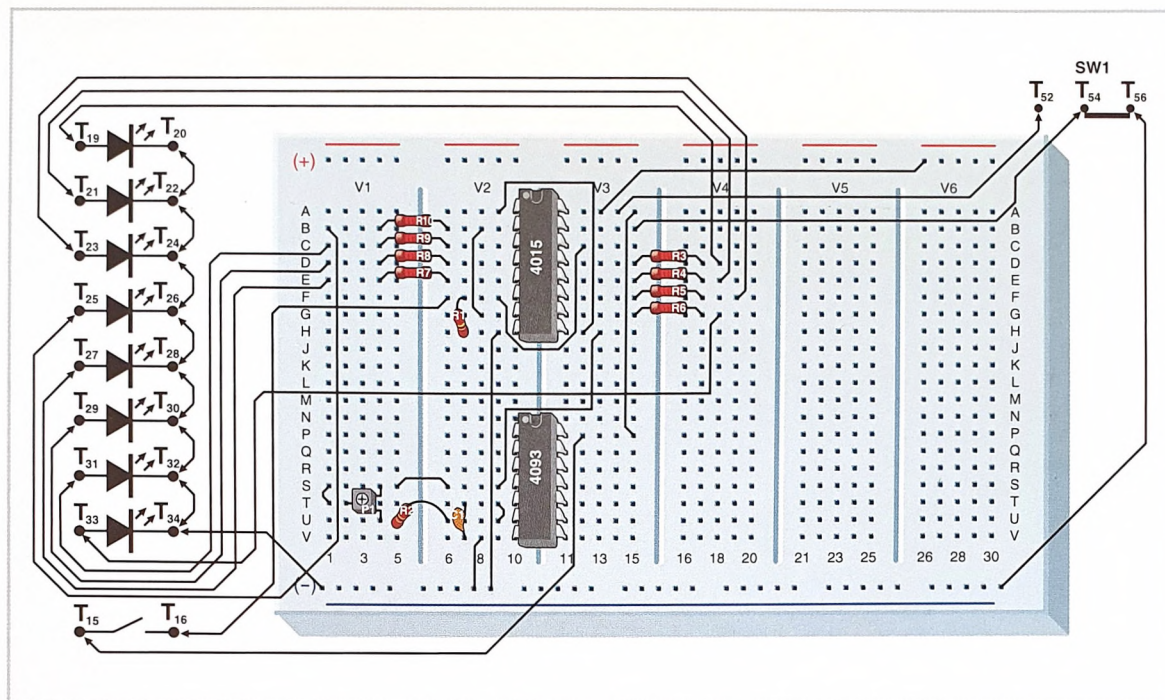
Nello schema possiamo vedere che l'alimentazione viene utilizzata esclusivamente per il comparatore, terminali 3 e 12, rispettivamente positivo e negativo. I diodi non hanno alimentazione perché sono essi stessi a generare corrente. Perché il circuito funzioni correttamente, è importantissimo rivedere tutte le connessioni e soprattutto la polarità dei diodi.

I 6 diodi LED costituiscono una cella solare in miniatura.

Esperimento

L'esperimento può essere effettuato con la luce solare, ma possiamo utilizzare anche una lampadina da 100 Watt, avvicinandola a una distanza di circa 10 cm. Dovremo fare attenzione a non toccare la lampadina con le mani per non bruciarci. Raccomandiamo di utilizzare una lampada da tavolo, così da evitare di rimanere abbagliati e di danneggiare gli occhi, cosa che potrebbe succedere con una lampadina senza paralume.

Doppio registro di spostamento da quattro bit

L'integrato dispone di due registri di spostamento da 4 bit.

Utilizzando questo integrato, potremo capire come il computer è capace di leggere tutti i dati che entrano dalla porta in serie. Verranno introdotti dei dati in serie che si sposteranno ogni volta che entra un impulso del clock.

Il 4015

Questo integrato a 16 terminali e incapsulato nel formato standard DIL-16 è il cosiddetto registro di spostamento o shift register. Il 4015 ha due registri di spostamento da 4 bit ciascuno. Ciascuno dei registri ha un terminale d'ingresso dei dati, un ingresso di clock e uno di RESET per cancellare tutte le uscite in qualunque momento. Il segnale d'ingresso dei dati passa da una uscita alla successiva ogni volta che si produce un fronte positivo (passaggio da 0 a 1) all'ingresso del clock. In questo modo, il dato passa – si sposta – da un'uscita all'altra: da ciò la sua denominazione. Questo integrato ha tutte gli ingressi protetti dal rischio di scariche elettrostatiche. L'integrato ha tutte le caratteristiche di un CMOS e inoltre può lavorare con un clock massimo di circa 8 MHz.

I dati entrano in serie ed escono in parallelo. Questo circuito integrato converte i dati in serie in dati in parallelo

Il circuito

Osservando lo schema del circuito, si vede che sono stati allacciati i due registri di spostamento da 4 bit per costruire un registro di spostamento da 8 bit. Si raggiunge questo risultato unendo tra loro i due clock, terminali 1 e 9, per far sì che i dati passino contemporaneamente da un'uscita alla seguente.

I clock si collegano all'oscillatore costruito con la porta NAND 4093, che ha una frequenza sufficientemente lenta da poter percepire lo spostamento dei bit. Possiamo verificarlo perché si accende un LED per ogni bit di uscita. Perché funzionino dopo essere stati alimentati, si deve unire l'ingresso dei dati del secondo registro – terminale 7 – all'ultima delle uscite del primo registro, terminale 2. I dati che escono dal primo registro, così, entrano direttamente nel secondo. Mediante il commutatore SW1, viene selezionato il dato d'ingresso. In questo mo-

Doppio registro di spostamento da quattro bit

COMPONENTI	
R1	120 K
R2	10 K
R3 a R10	2K2
C1	220 nF
U1	4093
U2	4015
P8	
LD1 a LD8	
SW1	

do, se si collega al positivo dell'alimentazione, questo valore sarà 1 e ogni volta che si produce un fronte di clock, si vedrà come il dato, da LD1 passi a LD2, LD3 e così via fino a LD8. Se adesso commutassimo SW1 in maniera tale che possano essere introdotti degli zero, da LD1 a LD8 si spegnerebbero tutti i diodi LED. Se si aziona P8, qualsiasi sia il momento scelto, tutti i LED si spegneranno perché è stato fatto un RESET.

In LD1 si può vedere il dato che c'è in ogni momento all'ingresso.

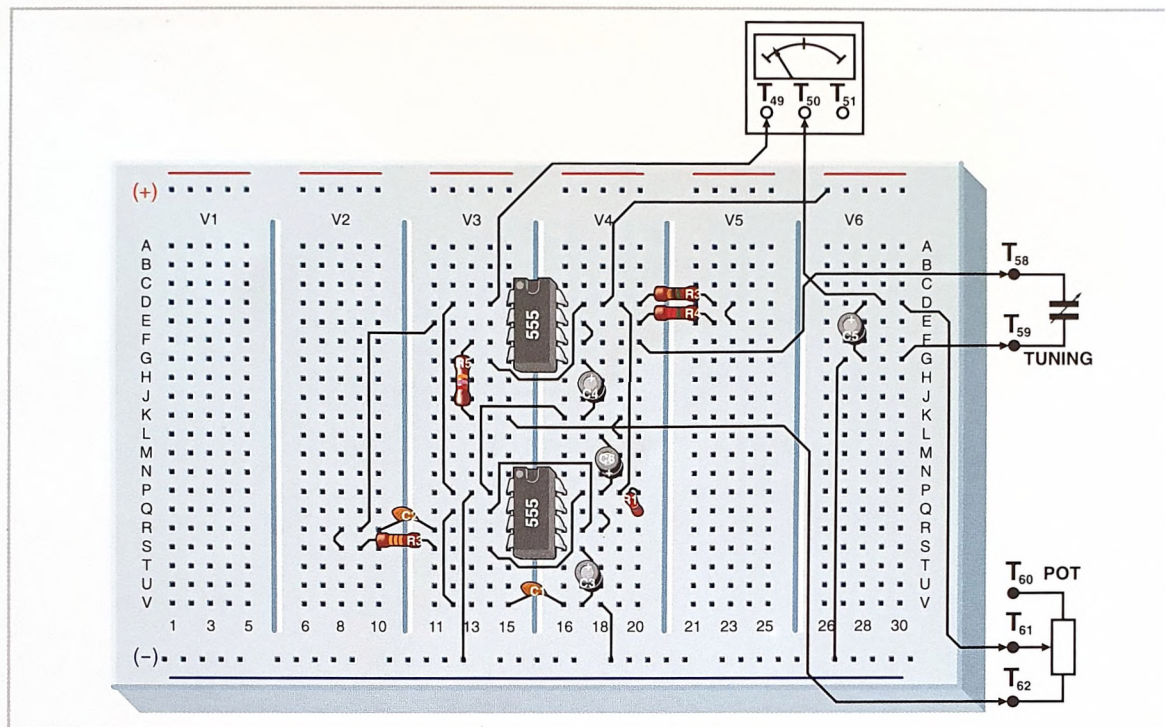
Messa in funzione

Il circuito deve funzionare non appena viene collegato all'alimentazione. Per poter vedere che sta funzionando, si deve programmare SW1 perché faccia entrare livelli alti '1' e si veda così come si illuminino in sequenza i diversi diodi LED. Se non dovessero illuminarsi, dovremo aspettare alcuni secondi perché potrebbe essere che l'oscillatore abbia P1 al suo massimo valore e che la frequenza sia bassissima.

Se non cambiasse ancora niente, dovremo verificare che gli ingressi 14 e 6 siano uniti alla resistenza R1 e quest'ultima messa a massa. Poi, rimane solamente da verificare i terminali di alimentazione dell'integrato.

Possiamo effettuare più o meno lentamente la prova, aumentando o diminuendo il valore del condensatore C1.

Il condensatore variabile

Si aggiunge una scala al capacimetro per verificare i condensatori fino a 500 pF.

In questo esperimento si adatta il capacimetro "MISURE 22" per misurare le capacità dei condensatori di valore molto basso, fino al massimo di 500 pF. Il valore della capacità si ottiene moltiplicando la lettura della scala da '0' a '10' dello strumento di misura per 50.

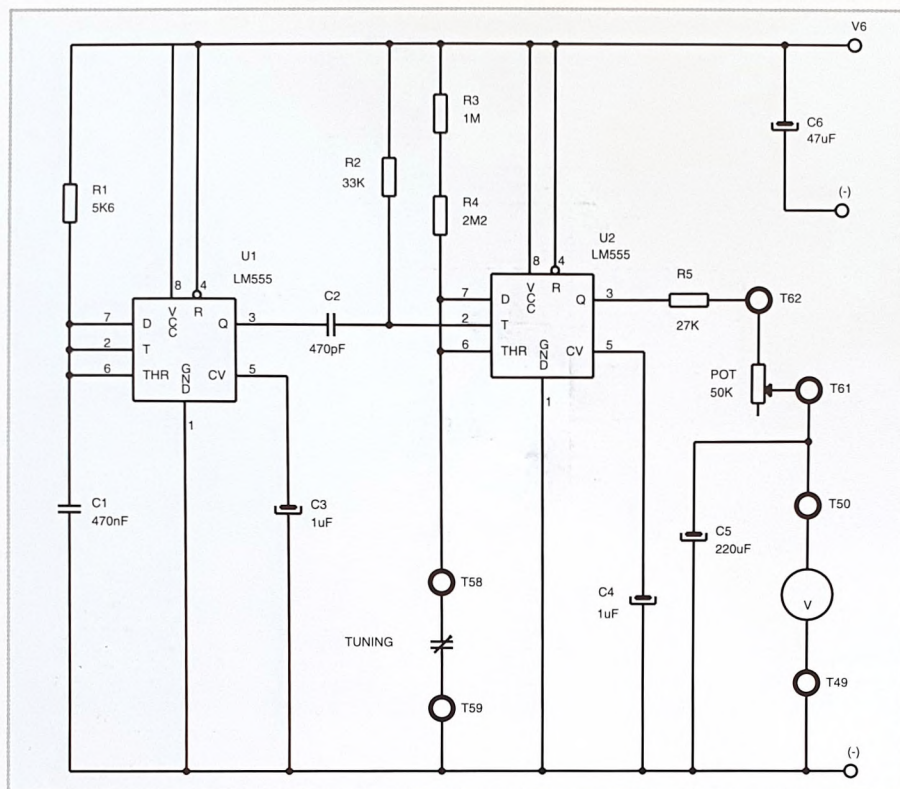
Il circuito

L'integrato U1 costituisce un oscillatore astabile costruito intorno a un 555. Può sembrare strano perché disponiamo solamente di una resistenza, R1, che definisce il tempo in cui la sua uscita – terminale 3 – sta a livello alto. Non avendo la resistenza per la scarica del condensatore, questa avviene istantaneamente iniziando nuovamente la carica. Pertanto il segnale di uscita sarà un'onda quadrata che per quasi tutto il tempo rimarrà a livello alto. Il segnale attiva nel suo fronte di discesa (passaggio da '1' a '0') il monostabile costruito con U2. In questo circuito si introduce il condensatore di cui vogliamo conoscere la capacità in maniera tale che la durata dell'impulso di uscita sia proporzionale alla suddetta capacità. Dato che l'astabile sta funzionando permanentemente, il segnale all'uscita del monostabile sarà quadrato e a frequenza fissa, e la sua parte positiva avrà una larghezza variabile che dipenderà dalla capacità del condensatore da misurare. Questo segnale di uscita viene applicato allo strumento di misura per mezzo di due resistenze in serie, R5 e il potenziometro POT, che servono a regolare il fondoscala.

Funzionamento

Il principio di funzionamento del circuito è la conversione dalla capacità nella tensione. A tale scopo bisogna ottenere un segnale quadrato a frequenza fissa da imporre a un oscillatore astabile di circa 500 Hz, variando la durata dell'impulso dell'uscita con il valore della capacità da misurare. L'energia dell'impulso viene immagazzinata nel condensatore C5, che dà origine a una tensione continua direttamente proporzionale alla capacità: a maggior capacità maggior tempo a livello alto, maggior tensione continua da misurare. Ora rimane da realizzare una piccola regolazione per determinare il fondoscala.

Si converte la capacità in tensione

Il condensatore variabile

COMPONENTI	
COMPONENTI	
R1	5K6
R2	33 K
R3	1 M
R4	2M2
R5	27 K
C1	470 NF
C2	470 PF
C3, C4	1 µF
C5	220 µF
C6	47 µF
U1, U2	555
POT	
STRUMENTO	

Messa in funzione

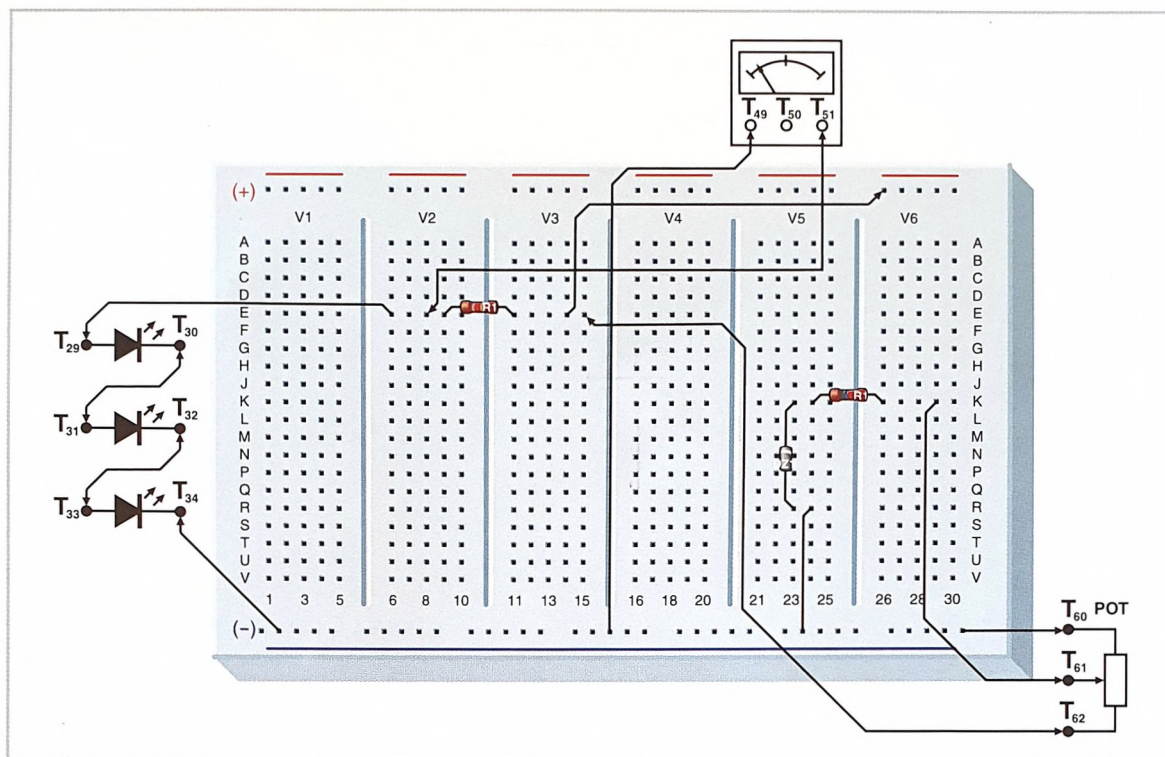
Prima di effettuare la regolazione, si consiglia di rivedere tutte le connessioni facendo particolarmente attenzione all'alimentazione dei circuiti integrati, alla polarità dei condensatori e soprattutto allo strumento di misura. Adesso possiamo effettuare la regolazione per la quale seguiremo una sequenza precisa: innanzitutto si deve togliere il ponte che unisce le resistenze R3 e R4, poi regoleremo POT fino a quando l'ago non segnerà il fondoscala, il 10. Infine, si metterà il ponte con il quale possiamo ottenere la misurazione della capacità nella scala superiore nella seguente forma:

Capacità della misura (picoFaraday) = valore della scala superiore x 50

Ruotando il comando del condensatore variabile, otteniamo una misura di diverse capacità. Quella del condensatore variabile può essere regolata tra 30 e 150 pF; questi margini possono variare leggermente da un condensatore all'altro. Possiamo utilizzare questa apparecchiatura anche per le misure dei condensatori fissi con capacità inferiori a 500 pF.

La capacità espressa in picoFaraday sarà il valore che segna l'ago moltiplicato per 50.

Esperimenti con LED e zener

I diodi, a seconda del tipo, mantengono tra i loro estremi una tensione.

In questo esperimento si cerca di mostrare, sfruttando il voltmetro analogico, come funzionino sia i diodi LED che i diodi zener. In tutti e due i casi, per capirli, ne studieremo la risposta a una variazione della tensione d'ingresso del circuito. Così potremo vedere quale comportamento avranno.

Funzionamento del circuito con LED

Il diodo LED è un componente che ha le caratteristiche di un diodo semiconduttore normale e alcune caratteristiche speciali a causa del suo effetto luminescente.

Se si polarizza direttamente, cioè con una tensione maggiore nell'anodo che nel catodo, la differenza di potenziale fra i due capi deve essere almeno di 1,2 Volt.

Se si polarizza inversamente, con una tensione nel catodo maggiore che nell'anodo si comporta come un normale diodo semiconduttore, dando come risultato un circuito aperto e non facendo circolare attraverso di esso corrente. Pertanto, nel montaggio, dato che ci sono tre diodi in serie, la tensione ai suoi estremi sarà di 3 x 1,2 = 3,6 Volt, di modo che il resto della tensione cadrà nella resistenza R1 che limiterà la corrente del circuito I = (V ingresso - 3,6)/R1.

Così, quando aumenta la tensione d'ingresso i diodi LED si illumineranno di più, mantenendo la tensione misurata dal voltmetro a circa 3,6 Volt e scendendo leggermente all'aumentare della tensione d'ingresso.

Si deve sempre limitare la corrente che circola attraverso di essi

Circuito con LED

Dato che V4, V5 e V6, sono maggiori di 3,6 Volt, i diodi saranno direttamente polarizzati e si illumineranno con tutte le tensioni, mantenendo la tensione ai loro estremi (tensione del voltmetro) praticamente invariata.

Pertanto, man mano che la tensione d'ingresso aumenta agli estremi di R1, aumenta anche VR1 = V ingresso - 3,6 Volt e aumenta anche la corrente variando la luminosità dei LED.

Esperimenti con LED e zener

COMPONENTI	
Esperimento con i diodi LED	
R1	820 Ω
DA LD6 A LD8	
STRUMENTO	
Esperimento con i diodi zener	
R1	5K6
DZ1	5V6
POT	
STRUMENTO	

Funzionamento del circuito con i diodi zener

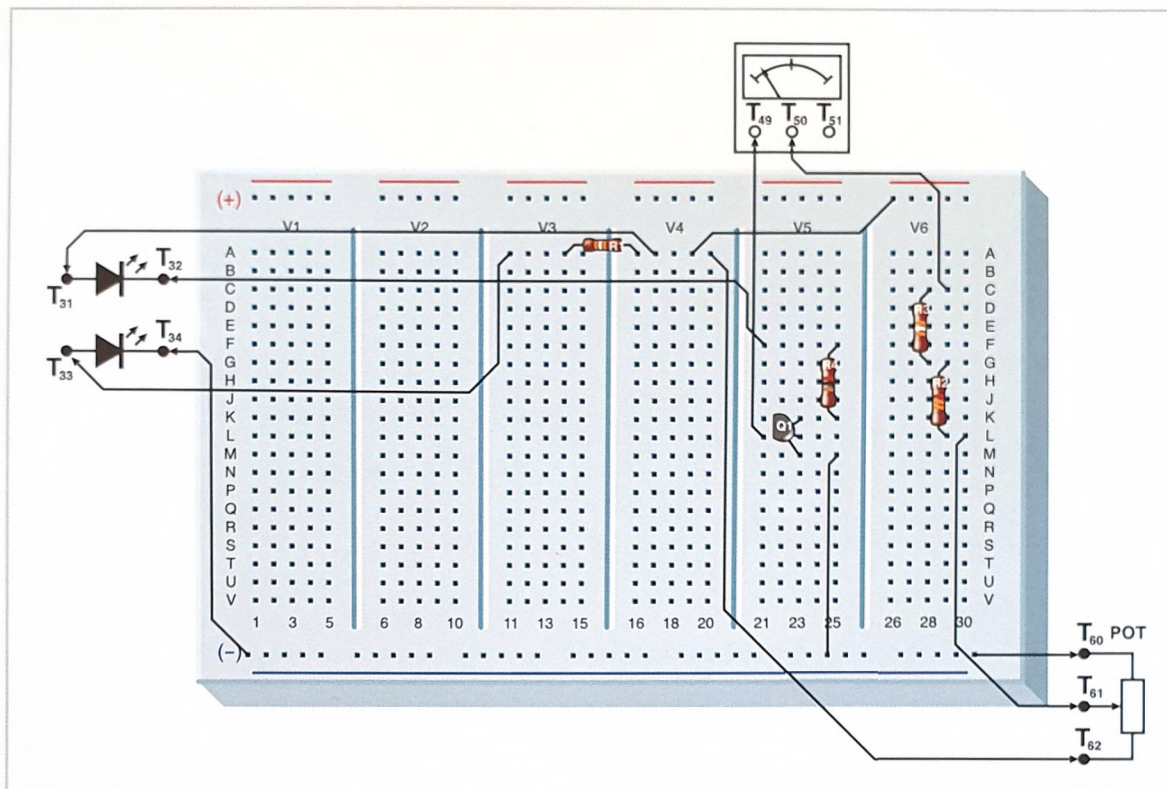
Un diodo zener polarizzato inversamente, applicando al catodo una tensione maggiore che nell'anodo, sarà in interdizione finché la tensione ai suoi capi non supera la tensione nominale, momento nel quale questa tensione si manterrà fissa nei suoi estremi. Si deve porre una resistenza limitatrice in serie per assorbire il resto della tensione dell'ingresso. Il diodo, polarizzato direttamente, si comporta come un diodo semiconduttore con una tensione tra i suoi estremi di 0,6 Volt.

La caduta della tensione in un LED polarizzato direttamente è superiore a 1 Volt. Lo strumento di misura si utilizza come voltmetro con 10 Volt di fondoscala.

Circuito con diodi zener

Il montaggio del circuito è preparato per funzionare come diodo zener, per cui man mano che aumenta la tensione d'ingresso vedremo che mentre questa è inferiore a 5,6 Volt, il diodo sarà in interdizione, apparendo nel voltmetro la tensione che c'è nel terminale in mezzo del POT (tensione d'ingresso). Quando si superano i 5,6 Volt, agli estremi del diodo zener risulterà questa tensione, per cui nel voltmetro non ci saranno variazioni. Anche se aumenta la tensione dell'ingresso sulla resistenza cadrà la rimanenza della tensione d'ingresso.

Effetto amplificatore del transistor

Grazie a poca corrente di base possiamo controllare molta corrente del collettore.

In molti esperimenti abbiamo utilizzato il transistor come commutatore oppure come amplificatore. Combinando il transistor con le porte logiche abbiamo potuto chiaramente vedere la commutazione. L'amplificazione, invece, non è così semplice da capire. Cercheremo di farlo impiegando un amperometro.

Il transistor

Ricordiamo brevemente come funziona questo singolare componente. I punti chiave per comprendere come funziona il circuito sono la base e il collettore.

Per far funzionare un transistor NPN è necessario polarizzarne direttamente la giunzione base/emettitore (tensione della base maggiore di 0,6 Volt rispetto a quella dell'emettitore). Attraverso la base del transistor inoltre si fa circolare una piccola corrente; la corrente del collettore sarà pari alla corrente della base moltiplicata per un fattore, chiamato guadagno, fornito direttamente dallo stesso costruttore. Così, la corrente che circola per il collettore sarà: I collettore = I base x guadagno.

Il circuito

Nel circuito (A) abbiamo un diodo attraverso il quale circola una corrente di circa 200 µA. Per progettarlo abbiamo utilizzato la formula: I = (9V – 1,2V)/39 K. Possiamo così verificare che il diodo alimentato da questa corrente si accende appena. Nel circuito (B) il potenziometro POT servirà per introdurre nel circuito una corrente variabile che potremo misurare direttamente con lo strumento e che corrisponde alla corrente della base del transistor.

Il diodo posto nel collettore si illuminerà a partire da una bassissima corrente della base. In questo modo possiamo verificare l'effetto amplificatore del transistor. Dovremo fare molta attenzione quando collegheremo lo strumento di misura della corrente della base tra i terminali T50 e T49, come viene indicato nel piano di montaggio.

Lo strumento misura la corrente della base

Effetto amplificatore del transistor

COMPONENTI	
R1, R3	39 K
R2	3K3
R4	1 K
Q1	BC548
LD7 e LD8	
STRUMENTO	

Messa in funzione

Se l'amperometro con cui abbiamo intenzione di verificare la corrente della base è ben collegato potremo collegare l'alimentazione a tutti e due i circuiti.

Nel circuito (B) inseriremo il POT regolato in maniera tale che la tensione in T61 sia di 0 Volt. In questo punto la corrente che circolerà nello strumento sarà di 0 e il LED rimarrà spento. A seconda di come regoleremo il POT la corrente che passa per la base aumenterà e il LED inizierà a illuminarsi a poco a poco. Se così non fosse, dovremo rivedere sia il LED che il transistor.

Girando il comando del POT varieremo la corrente da 0 fino a 200 μA.

Esperimenti

Possiamo variare la corrente massima che circola attraverso la base del transistor aumentando il valore della resistenza R2 e/o R3.

È importantissimo non diminuire mai il valore di queste resistenze, perché potremmo distruggere lo strumento di misura: la scala sopporta un massimo di 200 μA.